

***MONITORING DAN SISTEM AKUISISI DATA
UNTUK AKUAPONIK BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IOT)***

**HESRON KIDING PALLANGAN
G041 18 1309**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

***MONITORING DAN SISTEM AKUISISI DATA UNTUK
AKUAPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)***

**HESRON KIDING PALLANGAN
G041 18 1309**



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

***MONITORING DAN SISTEM AKUISISI DATA UNTUK
AKUAPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)***

Disusun dan diajukan oleh

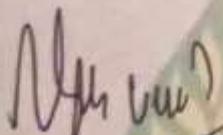
**HESRON KIDING PALLANGAN
G041 18 1309**

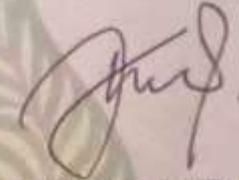
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

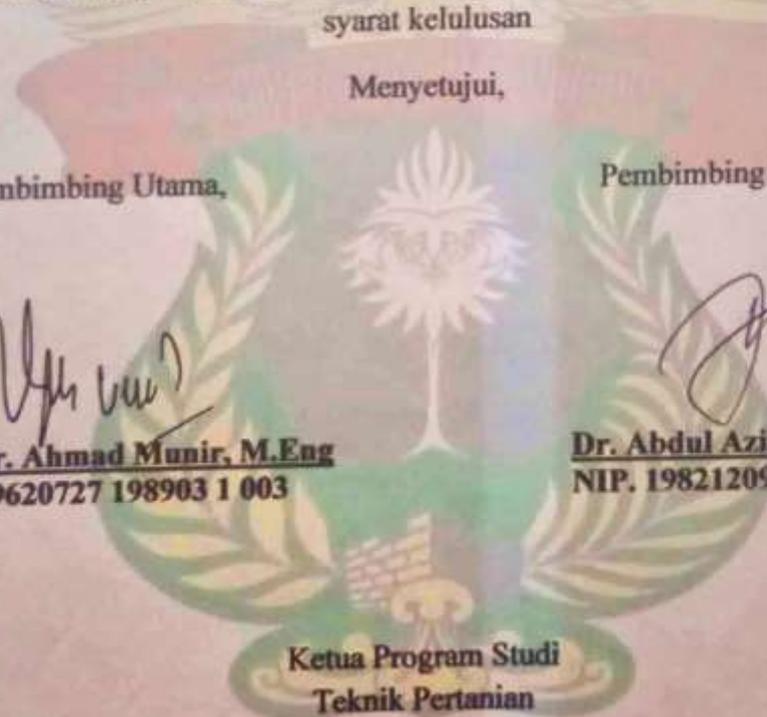
Menyetujui,

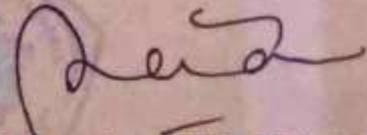
Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Ahmad Munir, M.Eng
NIP. 19620727 198903 1 003


Dr. Abdul Azis, S.TP., M.Si.
NIP. 19821209 201212 1 004


Ketua Program Studi
Teknik Pertanian


Divah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D
NIP. 19810129 200912 2 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hesron Kiding Pallangan
NIM : G041 18 1309
Program Studi : Teknik Pertanian
Jenjang : S1

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul *Monitoring dan Sistem Akuisisi Data Untuk Akuaponik Berbasis Internet of Things (IoT)* adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 20 Februari 2023

Yang Menyatakan,



Hesron Kiding Pallangan

ABSTRAK

HESRON KIDING PALLANGAN (G041 18 1309). *Monitoring dan Sistem Akuisisi Data Untuk Akuaponik Berbasis Internet of Things (IoT)*. Pembimbing: AHMAD MUNIR dan ABDUL AZIS.

Upaya dalam pemeliharaan sistem budidaya akuaponik dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi *monitoring* dan sistem akuisisi data berbasis *Internet of Things (IoT)*. Dengan adanya teknologi ini diharapkan dapat memberikan kemudahan dalam melakukan pengamatan atau pemantauan pada akuaponik. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk pemanfaatan website dan aplikasi untuk memantau perubahan nilai suhu, pH, konsentrasi nutrisi, konduktivitas serta turbiditas pada sistem budidaya akuaponik berbasis *Internet of Things (IoT)*. Kegunaan dari penelitian ini yaitu dapat menjadi bahan informasi dalam pengembangan aquaponik dan dimanfaatkan oleh masyarakat umum untuk memantau perubahan nilai suhu, pH, konsentrasi nutrisi, konduktivitas serta turbiditas pada sistem budidaya akuaponik. Pada penelitian ini dilakukan perancangan *monitoring* dan sistem akuisisi data yang hasil pembacaan dapat dilihat melalui *platform* Thinger.io. Hasil pengujian kalibrasi sensor menunjukkan nilai koefisien determinasi sensor suhu (0,9943), pH (0,9879), TDS (0,9988), konduktivitas (0,9895) dan turbiditas (0,9859). Hasil pengujian *Quality of Service (QoS)* menggunakan *software* wireshark menunjukkan nilai *packet loss* sebesar 0% dan *delay* sebesar 1019 ms. Dari penelitian yang telah dilaksanakan menunjukkan bahwa sistem mampu mengikuti perubahan nilai suhu, pH, konsentrasi nutrisi serta konduktivitas dari waktu ke waktu.

Kata Kunci: Akuaponik, *Internet of Things*, Thinger.io dan Akuisisi Data

ABSTRACT

HESRON KIDING PALLANGAN (G041 18 1309). *Monitoring and Data Acquisition Systems for Aquaponics Based on the Internet of Things (IoT)*. Supervised by: AHMAD MUNIR and ABDUL AZIS.

Efforts to maintain aquaponic cultivation systems can be carried out by utilizing monitoring technology and Internet of Things (IoT)-based data acquisition systems. With this technology, it is hoped that it can provide convenience in observing or monitoring aquaponics. The purpose of this research is to use websites and applications to monitor changes in temperature values, pH, nutrient concentrations, conductivity, and turbidity in Internet of Things (IoT)-based aquaponic cultivation systems. The usefulness of this research is that it can be used as information material in the development of aquaponics and used by the general public to monitor changes in temperature, pH, nutrient concentrations, conductivity, and turbidity in aquaponic cultivation systems. In this research, a monitoring and data acquisition system was designed, the results of which can be viewed through the Thinger.io platform. The results of the sensor calibration test showed the coefficients of determination for the temperature sensor (0.9943), pH (0.9879), TDS (0.9988), conductivity (0.9895), and turbidity (0.9859). The results of the Quality of Service (QoS) test using wireshark software show a packet loss value of 0% and a delay of 1019 ms. From the research that has been carried out, it shows that the system is able to follow changes in temperature, pH, nutrient concentration, and conductivity values from time to time.

Keywords: *Aquaponics, Internet of Things, Thinger.io and Data Acquisition*

PERSANTUNAN

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan penelitian skripsi ini. Peneliti menyadari bahwa dengan selesainya penelitian skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan doa-doa serta semangat oleh berbagai pihak. Pada kesempatan ini, peneliti ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Ayahanda **Tinus Kiding Pallangan** dan Ibunda **Albertha Sesa** serta saudara- saudari saya atas setiap doa tulus yang dipanjatkan dan telah bersusah payah untuk membesarkan, menuntun, mendidik dan membiayai pendidikan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. **Prof. Dr. Ir. Ahmad Munir, M.Eng** dan **Dr. Abdul Azis, S.TP., M.Si.** selaku dosen pembimbing yang meluangkan banyak waktunya untuk memberikan bimbingan, saran, kritikan, petunjuk, dan segala arahan yang telah diberikan dari tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi selesai.
3. **Dosen-dosen Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian** yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta pengalaman selama proses perkuliahan mulai dari semester awal hingga akhir.
4. **Muhammad Ridwan, Eva Reska, Kak Arif, Marini Binti Mulyadi, Mufidah dan Muhammad Talib** yang telah membantu peneliti selama melakukan penelitian serta selalu memberikan dukungan dan doa kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik.

Semoga segala kebaikan mereka akan berbalik ke mereka sendiri dan semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa membalas segala kebaikan mereka dengan kebaikan dan pahala yang berlipat ganda. Aamiin.

Makassar, 20 Februari 2023

Hesron Kiding Pallangan

RIWAYAT HIDUP



Hesron Kiding Pallangan lahir di Tallunglipu tanggal 16 Juli 2000, anak pertama dari lima bersaudara pasangan bapak Tinus Kiding Pallangan dan Ibu Alberha Sesa. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan dasar di SD Negeri 3 Tallunglipu, pada tahun 2006 sampai tahun 2012.
2. Melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Rantepao pada tahun 2012 sampai tahun 2015.
3. Melanjutkan pendidikan di jenjang menengah atas di SMA Negeri 02 Toraja Utara, pada tahun 2015 sampai tahun 2018.
4. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian pada tahun 2018 sampai tahun 2022.

Selama menempuh pendidikan di dunia perkuliahan, peneliti aktif dalam organisasi kampus yaitu sebagai Pengurus di Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA-UH), pengurus di BEM KEMA FAPERTA Universitas Hasanuddin, pengurus PMK Fapertahut Unhas. Selain itu, penulis juga aktif menjadi Asisten pada beberapa matakuliah. Praktikum di bawah naungan *Agricultural Engineering Study Club* (AESC).

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
PERSANTUNAN	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Kegunaan	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Akuaponik.....	3
2.2 Sistem Akuisisi Data	3
2.3 <i>Internet of Things</i> (IoT)	4
2.4 Modul NodeMCU ESP32	4
2.6 Sensor Suhu DS18820.....	6
2.7 Sensor pH.....	7
2.8 Sensor TDS	7
2.9 Sensor Konduktivitas	8
2.10 Sensor Turbiditas.....	9
2.12 <i>Quality of Services</i> (QoS)	10
3. METODOLOGI PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat.....	11
3.2 Alat dan Bahan.....	11
3.3 Prosedur Penelitian	11
3.3.1 Rancangan Fungsional.....	11

3.3.2 Rancangan Struktural	12
3.3.3 Rancangan Operasional	12
3.3.4 Uji Fungsional	13
3.3.5 Rancangan Pengambilan Data	15
3.3.6 Analisis Data	16
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1 Hasil Perancangan Fungsional dan Struktural.....	17
4.2 Hasil perancangan operasional.....	18
4.3 Hasil Kalibrasi Sensor	19
4.4 Pengujian <i>Quality of Service</i> (QoS)	21
4.5 Pengujian Kinerja Sensor	22
5. PENUTUP	28
Kesimpulan.....	28
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Pin ESP32	5
Gambar 2. Arduino Mega 2560	6
Gambar 3. Sensor suhu DS18B20	6
Gambar 4. Sensor pH.....	7
Gambar 5. Sensor TDS	8
Gambar 6. Sensor konduktivitas.....	9
Gambar 7. Sensor turbiditas.....	9
Gambar 8. Arsitektur Thinger.io.....	10
Gambar 9. Perancangan perangkat keras akuaponik.....	13
Gambar 10. Diagram alir penelitian	16
Gambar 11. Skematik komponen rancangan sistem akuisisi data.....	17
Gambar 12. Tampilan pada website Thinger.io.....	19
Gambar 13. Tampilan pada aplikasi Thinger.io.....	19
Gambar 14. Hasil kalibrasi sensor suhu DS18B20	20
Gambar 15. Hasil kalibrasi sensor pH	20
Gambar 16. Hasil kalibrasi sensor TDS.....	20
Gambar 17. Hasil kalibrasi sensor suhu TDS dan sensor konduktivitas.....	21
Gambar 18. Hasil kalibrasi sensor turbiditas (kekeruhan).....	21
Gambar 19. Grafik hasil pengujian sensor suhu	22
Gambar 20. Grafik hasil pengujian sensor pH	23
Gambar 21. Grafik hasil pengujian sensor TDS.....	24
Gambar 22. Grafik hasil pengujian sensor konduktivitas	26
Gambar 23. Grafik hasil pengujian sensor turbiditas	27

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbedaan ESP32 dengan Mikrokontroler Lain.....	5
Tabel 2. Parameter <i>Quality of Service</i> (QoS).....	15
Tabel 3. Hasil Pengujian <i>Quality of Service</i> (QoS).....	21

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi NodeMCU ESP32.....	31
Lampiran 2. Spesifikasi Arduino Mega 2560 Rev 3.....	31
Lampiran 3. Spesifikasi Sensor Suhu DS18B20	32
Lampiran 4. Spesifikasi Sensor pH Meter SKU SEN0161	32
Lampiran 5. Spesifikasi Gravity Analog TDS Sensor Meter SEN0244.....	32
Lampiran 6. Spesifikasi Sensor Konduktivitas.....	33
Lampiran 7. Spesifikasi Sensor Turbidity SKU SEN189	33
Lampiran 8. Data Pengujian Sensor Suhu DS18B20 Setelah Kalibrasi	33
Lampiran 9. Data Pengujian Sensor pH Setelah Kalibrasi	34
Lampiran 10. Data Pengujian Sensor TDS Setelah Kalibrasi	34
Lampiran 11. Data Pengujian Sensor Konduktivitas Setelah Kalibrasi	34
Lampiran 12. Data Pengujian Sensor Turbiditas Setelah Kalibrasi	35
Lampiran 13. Data Pengujian Kinerja Sensor pada <i>micro sdCard</i>	35
Lampiran 14. Data Pengujian Kinerja Sensor pada Thingier.io	46
Lampiran 15. Pengujian <i>Packet Loss</i> dan <i>Delay</i> pada Wireshark.....	57
Lampiran 16. <i>Script</i> Pemrograman untuk Arduino Mega 2560	58
Lampiran 17. <i>Script</i> Pemrograman untuk NodeMCU ESP32.....	67
Lampiran 18. Dokumentasi Penelitian.....	70

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Wilayah urban merupakan kawasan yang didominasi oleh kegiatan ekonomi, pelayanan sosial, pemusatan dan distribusi pelayanan jasa pemerintahan. Kuantitas penduduk di wilayah ini terbilang cukup padat sehingga lapangan pekerjaan akan semakin menipis karena banyaknya jumlah penduduk yang pada akhirnya akan melahirkan pengangguran dan kerawanan pangan. Untuk mengatasi permasalahan ini, alternatif yang dapat dilakukan masyarakat yakni dengan menerapkan kegiatan pertanian seperti bercocok tanam pada lahan perkarangan sekitar atau yang sering dikenal dengan *urban farming*. Kegiatan *urban farming* yang dapat dibuat yaitu akuaponik.

Akuaponik merupakan budidaya pertanian yang mengombinasikan sistem budidaya (hidroponik dan akuakultur). Dalam sistem hidroponik dilakukan pemenuhan nutrisi tanaman menggunakan air sebagai media tanam, artinya pada sistem ini tanaman tidak ditanam diatas tanah. Sedangkan pada sistem akuakultur dilakukan pemeliharaan hewan dengan hasil ekskresi akan dimanfaatkan sebagai nutrisi tanaman hidroponik dan sebaliknya hewan pada sistem akuakultur akan mendapat air bersih yang telah disaring oleh akar tanaman.

Pengembangan *smart* akuaponik guna meningkatkan hasil panen pada sistem budidaya ini dapat dilakukan dengan penambahan sistem pengukuran menggunakan sensor seperti sensor suhu sebagai pendeteksi suhu kolam dimana suhu kolam memiliki pengaruh terhadap pencernaan ikan, ketika suhu kolam dingin ikan menjadi kurang aktif dan tidak lahap. Sensor pH sebagai pendeteksi tingkat keasaman (pH) daya serap nutrisi pada tanaman, selain itu pH berfungsi untuk mengontrol kesehatan pada ikan. Tingkat pH yang berubah-ubah pada kolam akan mengakibatkan ikan menjadi tidak sehat dan stres. Sensor TDS sebagai pendeteksi nilai nutrisi, pertumbuhan tanaman akan terhambat jika tidak mendapatkan nutrisi yang cukup. Sensor konduktivitas sebagai pendeteksi konsentrasi ion atau konduktivitas pada kolam ikan. Sensor turbiditas untuk mengukur tingkat kekeruhan air pada kolam ikan, tingkat kekeruhan dapat mempengaruhi kemampuan insang untuk menyerap oksigen terlarut. Sistem pengukuran sensor ini

dapat dimonitoring secara nirkabel dengan bantuan perangkat *smartphone* yang terhubung langsung dengan internet atau yang biasa disebut dengan *Internet of Things* (IoT).

Untuk mengetahui kondisi pada sistem akuaponik dapat diketahui dengan melakukan *monitoring*. Maka dari itu dibutuhkan suatu sistem akuisisi data dengan tujuan untuk mengumpulkan data dan melakukan pemantauan jarak jauh melalui *smartphone*. Menurut Saptadi, (2013) kondisi lingkungan dilahan pertanian dapat dilihat melalui pemantauan. Untuk memantau kondisi lahan pertanian tersebut dibutuhkan suatu sistem akuisisi data yang diawasi secara berkala. Sistem akuisisi data ini akan mengambil, mengumpulkan dan menampilkan data dari lingkungan lahan pertanian. Dengan bantuan jaringan internet maka sistem akuisisi ini dapat melakukan pemantauan jarak jauh menggunakan model klien atau server terdistribusi.

Berdasarkan uraian diatas maka perlu dilakukan penelitian tentang *Monitoring* dan Sistem Akuisisi Data Untuk Akuaponik Berbasis *Internet of Things* (IoT).

1.2 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk pemanfaatan website dan aplikasi untuk memantau perubahan nilai suhu, pH, konsentrasi nutrisi, konduktivitas serta turbiditas pada sistem budidaya akuaponik berbasis *Internet of Things* (IoT).

Kegunaan dari penelitian ini yaitu dapat menjadi bahan informasi dalam pengembangan aquaponik dan dimanfaatkan oleh masyarakat umum untuk memantau perubahan nilai suhu, pH, konsentrasi nutrisi, konduktivitas serta turbiditas pada sistem budidaya akuaponik.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Akuaponik

Aquaponik merupakan sistem budidaya *urban farming* dari dua gabungan sistem budidaya yakni hidroponik dan akuakultur, dimana sistem hidroponik berfungsi sebagai pemenuhan nutrisi dengan bantuan air sebagai media tanamnya. Sedangkan sistem akuakultur berfungsi sebagai tempat pemeliharaan hewan yang dimana hasil ekskresi akan digunakan sebagai nutrisi tanaman sistem budidaya hidroponik dan sebaliknya hewan pada sistem akuakultur akan mendapat air bersih yang telah disaring oleh akar tanaman. Pada sistem ini amonia akan direduksi melalui penyerapan air buangan oleh akar tanaman sehingga terjadi proses oksidasi yang selanjutnya akan mengubah ammonia menjadi nitrat (Dauhan *et al.*, 2014).

Sistem budidaya akuaponik dapat menjadi solusi dalam pengurangan pencemaran air yang diakibatkan oleh budidaya ikan dan juga dapat mengatasi keterbatasan air. Dengan sistem ini, ikan yang dapat dipelihara yaitu ikan yang tidak memerlukan banyak oksigen seperti ikan nila, koi serta ikan hias lainnya. Sedangkan tanaman yang dapat dibudidayakan seperti buah-buahan dan sayur mayur yang berumur pendek, contohnya bayam, paprika, ketimun, selada, tomat dan sawi. Air yang digunakan dalam sistem simbiosis antara sayuran dan ikan adalah air dengan kandungan unsur hara. Proses peredaran air akan bekerja dari budidaya ikan ke tanaman kemudian kembali ke kolom ikan dengan tujuan menyediakan air terbaik untuk setiap komoditas (Burlian *et al.*, 2021).

2.2 Sistem Akuisisi Data

Sistem akuisisi data merupakan suatu sistem instrumentasi pada berbagai kegiatan industri dengan tujuan untuk mengambil, mengumpulkan, menampilkan serta menyimpulkan data kemudian mengolah data dari sensor untuk mendapatkan data yang diinginkan. Dengan perkembangan teknologi, kebutuhan instrumentasi memerlukan suatu sistem akuisisi yang dapat digunakan secara akurat, *real time*, cepat dan mudah. Untuk memenuhi kebutuhan akuisisi tersebut maka teknologi internet dapat menjadi solusi sebagai media penyaluran. Pengaplikasian dari

teknologi sistem akuisisi ini dapat diterapkan pada multisensor untuk mengukur kadar gas oksigen, hidrogen, tekanan udara dan suhu (Sandi *et al.*, 2018).

2.3 Internet of Things (IoT)

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, digambarkan sebagai suatu konsep jaringan yang bertujuan untuk menghubungkan antara dunia maya dan dunia nyata. Konsep inti dari IoT ini yaitu menghubungkan benda-benda yang ada disekitar lingkungan masyarakat, seperti perangkat seluler, sensor dan aktuator ke internet melalui jaringan nirkabel atau kabel sehingga memungkinkan suatu objek atau individu untuk berinteraksi satu sama lain dengan tujuan meningkatkan efisiensi sistem (Nauman *et al.*, 2020).

Menurut Efendi (2018), *Internet of Things* merupakan suatu gagasan dari satu kesatuan sistem terpadu yang menggambarkan semua benda di dunia nyata dapat terhubung satu sama lain dengan jaringan internet sebagai penghubung. Sebagai contoh CCTV dipasang pada sebuah rumah yang dihubungkan dengan internet dan diawasi di ruang kontrol. Dasar dari perangkat *Internet of Things* terdiri dari perangkat keras (sensor) sebagai media masukan dan pengumpul, koneksi internet sebagai media komunikasi dan *cloud data center* sebagai media untuk menyimpan atau menjalankan aplikasi yang diterima oleh sensor dan selanjutnya akan di analisa.

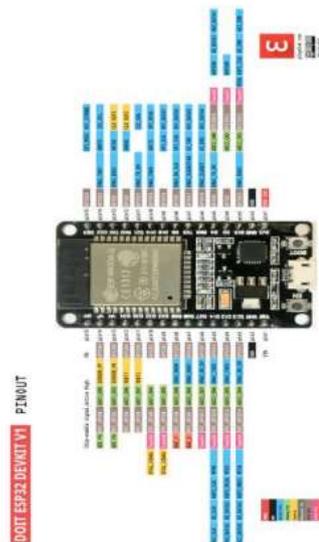
2.4 Modul NodeMCU ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang bersifat *opensource* dan merupakan pengembangan dari mikrokontroler Node MCU (ESP8266). Mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Espressif System* ini sudah dilengkapi dengan modul WiFi dalam chip sehingga dalam pengoperasiannya sudah mendukung untuk membuat suatu sistem aplikasi berbasis *Internet of Things*. Selain itu ESP32 juga memiliki harga yang murah dan hemat energi serta telah dilengkapi dengan prosesor dual *core* yang artinya memiliki dua prosesor sehingga informasi dapat diproses lebih cepat. Adapun perbandingan atau perbedaan ESP32 dengan mikrokontroler lainnya seperti Arduino Uno dan Node MCU (ESP8266) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan ESP32 Dengan Mikrokontroler Lain

	Arduino Uno	Node MCU (ESP8266)	ESP32
Tegangan	5 Volt	3,3 Volt	3,3 Volt
CPU	ATmega328-16MHz	<i>Xtensa single core</i> L106-60 MHz	<i>Xtensa dual core</i> LX6-160MHz
Arsitektur	8 bit	32 bit	31 bit
Flash Memory	32 kB	16 MB	16 MB
SRAM	2 kB	160 kB	512 kB
GPIO Pin (ADC/DAC)	14 (6/-)	17(1/-)	36 (18/2)
Bluetooth	Tidak ada	Tidak ada	Ada
WiFi	Tidak ada	Ada	Ada
SPI/I2C/UAR	1/1/1	2/1/2	4/2/2

Dari tabel diatas maka dapat diketahui bahwa mikrokontroler ESP32 memiliki keunggulan dibanding dengan mikrokontroler yang lain, mulai dari pin analog dan pin *out*-nya yang lebih banyak, sudah dilengkapi dengan *bluetooth* 4.0 *low energy*, kapasitas memori yang lebih besar serta tersedia WiFi untuk kebutuhan pengaplikasian *Internet of Things* (Muliadi et al., 2020).



Gambar 1. Pin ESP32
(Sumber: Muliadi et. al., 2020)

2.5 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 merupakan suatu board yang dibuat oleh Arduino, board ini menggunakan basis IC mikrokontroler Atmega 2560. Mikrokontroller ini terdiri

atas 54 pin digital input atau output, 4 pin sebagai UARTs (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), 16 pin sebagai input analog dan untuk output PWM terdapat 15 pin. Arduino ini juga dilengkapi koneksi USB sebagai *power supplay* dan untuk *upload script* pemrograman, soket ICSP (*In-Circuit System Programming*), osilator kristal 16 MHz, tombol reset dan *jack power 2.1* untuk *power supplay* (Suherdi *et al.*, 2019).



Gambar 2. Arduino Mega 2560
(Sumber: Suherdi *et al.*, 2019)

2.6 Sensor Suhu DS18B20

Permasalahan yang sering didapatkan dari beberapa sensor suhu yakni *range* suhu yang sempit dan pembacaan akurasi rendah dengan biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur nilai suhu pada tempat yang basah dan lembab karena memiliki kemampuan *waterproof* atau tahan air. Ketika menggunakan sensor dari jarak jauh, kita tidak perlu takut dengan adanya degradasi data karena output data dari sensor ini adalah data digital. DS18B20 memiliki 9 sampai 12 bit sebagai konfigurasi data. Pembacaan suhu menggunakan sensor ini dapat dilakukan diberbagai tempat karena telah dilengkapi dengan silikon *serial number* yang unik sehingga sensor dapat dipasang dalam satu bus. Menurut *datasheet* sensor ini dapat membaca nilai suhu mulai dari *range* -55 hingga 125 °C, namun sebaiknya penggunaan tidak melebihi 100 °C dengan kabel PVC. Sensor DS18B20 dapat dilihat pada Gambar 3 dibawah ini.



Gambar 3. Sensor suhu DS18B20
(Sumber: Siswanto *et al.*, 2018)

2.7 Sensor pH

Sensor pH (*power of Hydrogen*) didefinisikan sebagai suatu alat elektronik yang bersifat analog maupun digital dengan fungsi untuk mengukur dan menghitung kadar asam atau basa pada suatu larutan. Sensor ini memiliki prinsip kerja yaitu larutan akan terdeteksi basa apabila kandungan elektron pada larutan sedikit sedangkan larutan akan terdeteksi asam apabila kandungan elektron pada larutan banyak, hal ini dapat terjadi karena adanya larutan elektrolit lemah pada batang pH meter. Pada sensor pH perlu dilakukan kalibrasi guna meningkatkan pengukuran yang tepat dan presisi. Kalibrasi sensor ini dilakukan setiap sebelum dan sesudah sensor digunakan, karena probe kaca elektroda pada sensor tidak diproduksi untuk jangka waktu yang lama. Dibutuhkan 2 macam cairan *standard buffer* untuk melakukan kalibrasi pada sensor pH dengan tujuan untuk menyetel pembacaan meter agar sesuai dengan nilai *buffer* dan untuk mengatur temperatur (Kharisma dan Thaha, 2020).



Gambar 4. Sensor pH
(Sumber: Putri, 2020)

2.8 Sensor TDS

Kelayakan air bersih untuk kebutuhan makhluk hidup harus memperhatikan kandungan TDS (*Total Dissolved Solid*) dalam air. *Total Dissolved Solid* merupakan suatu jumlah zat padat terlarut seperti senyawa, ion-ion organik, maupun koloid didalam air. Konduktivitas listrik dalam zat cair dipengaruhi oleh konsentrasi TDS yang terionisasi. Semakin tinggi konsentrasi TDS maka semakin besar konduktivitas listrik dalam zat cair tersebut. Air bersih yang layak dikonsumsi tidak dianjurkan melebihi ambang batas konsentrasi TDS yang diperbolehkan (Zamora et al., 2015).

Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS) merupakan sensor yang dirancang menggunakan komponen tertentu. Sensor ini beroperasi menggunakan mikrokontroler Arduino dengan bahasa program yang dibuat menggunakan aplikasi IDE Arduino dan bersifat *opensource*. Adapun prinsip kerja dari sensor ini yaitu menggunakan dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas listrik dari cairan sampel. Untuk menjalankan sensor TDS dibutuhkan sumber listrik DC 7-12 volt (Wirman et al., 2019).



Gambar 5. Sensor TDS
(Sumber: Wirman et al., 2019)

2.9 Sensor Konduktivitas

Menurut Khairunnas & Gusman (2018), Daya Hantar Listrik (DHL) atau konduktivitas merupakan hasil dari kemampuan air dalam meneruskan aliran listrik. Didalam suatu larutan, semakin sedikit garam-garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin rendah pula nilai konduktivitasnya. Konduktivitas dapat diukur dengan menggunakan alat EC meter (*Elektric Conductance*) atau *conductivity meter* dan dinyatakan dalam satuan $\mu\text{mhos/cm}$ atau Siemens/cm. Tujuan dilakukannya pengukuran konduktivitas yaitu memprediksi kandungan mineral dalam air dan untuk mengukur kemampuan ion untuk menghantarkan aliran listrik dalam suatu larutan. Untuk mengetahui kesalahan relatif dari sensor konduktivitas ini maka dilakukan karakterisasi sensor dengan cara memasukan probe sensor kedalam larutan yang selanjutnya mencatat nilai keluaran sensor tersebut. Selain untuk mengetahui kesalahan relatif sensor, karakterisasi sensor juga dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui rentang pengukuran dan menentukan sensitivitas sensor. Sensitivitas adalah perbandingan antara perubahan sinyal masukan terhadap sinyal keluaran (Fitriani et al., 2019).



Gambar 6. Sensor konduktivitas
(Sumber: Putri, 2020)

2.10 Sensor Turbiditas

Turbiditas (kekeruhan) adalah keadaan kualitas air dimana terdapat banyak atau sedikit partikel halus yang tak terlihat dengan mata telanjang. Untuk mengetahui turbiditas suatu larutan maka diperlukan suatu alat ukur yang dilengkapi efek cahaya dalam satuan NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Turbiditas dapat terjadi karena benda atau partikel halus tercampur ke dalam air sehingga menyebabkan air menjadi tidak jernih atau keruh. Peningkatan kekeruhan air berbanding lurus dengan jumlah partikel yang terkandung di dalam air.

Dalam pengukuran tingkat kekeruhan air atau turbiditas kita dapat menggunakan sensor turbiditas. Semakin sedikit partikel terlarut dalam air maka semakin rendah pula tingkat kekeruhan air. Sensor ini bekerja dengan membaca perubahan tingkat tinggi rendahnya turbiditas akan diikuti dengan perubahan tegangan keluaran sensor (Putrawan et al., 2019).

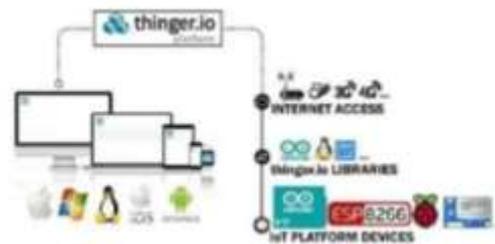


Gambar 7. Sensor turbiditas
(Sumber: Putrawan et al., 2020)

2.11 Thinger.io

Untuk menjalankan suatu sistem *Internet of Things* maka diperlukan suatu *platform* yang di dalamnya mencakup *computer platform*, *cloud platform*, konektivitas peralatan dan *software platform*. Tujuan utama dari *platform* pada *Internet of Things*

adalah ”*Machine to Machine*” dimana sistem dapat melakukan interaksi antara mesin dengan mesin melalui jaringan internet. Salah satu *platform* berbasis *Internet of Things* yang dapat dimanfaatkan adalah Thinger.io. Pada *platform* Thinger.io ini sudah dilengkapi dengan fitur *cloud* yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan berbagai perangkat dengan bantuan koneksi internet. Hasil pembacaan sensor pada Thinger.io dapat dilihat dalam bentuk grafik atau nilai (Sawidin *et al.*, 2021).



Gambar 8. Arsitektur Thinger.io
(Sumber: Sawidin *et al.*, 2021)

2.12 Quality of Services (QoS)

Pada sistem *real-time* diperlukan pengujian *Quality of Service* (QoS) dengan tujuan untuk mengetahui performa atau kemampuan dari jaringan komunikasi yang digunakan. Adapun pengujian QoS yang sering digunakan yaitu *delay*, *packet-loss* dan *throughput*. *Delay* berfungsi untuk mengetahui waktu pengiriman data dari waktu ke waktu (*real time*). *Packet-loss* berfungsi untuk mengetahui berapa jumlah paket yang hilang pada suatu proses pengiriman dari satu sistem ke sistem lainnya yang disebabkan oleh kemacetan atau hambatan pada pengiriman yang menyebabkan suatu paket menumpuk dan menghilang karena telah melewati batas penumpukan paket. *Throughput* berfungsi untuk mencari rata-rata kecepatan dari jaringan yang digunakan dalam satuan *byte per second* (bps) (Annur *et al.*, 2021).