

**SISTEM E-MONITORING KESEHATAN TANAMAN HIAS BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)**

SKRIPSI

DISUSUN OLEH

Lala Karina Harahap
2109020181



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

**SISTEM E-MONITORING KESEHATAN TANAMAN HIAS BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer
(S.Kom) dalam Program Studi Teknologi Informasi pada Fakultas Ilmu Komputer
dan Teknologi Informasi Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

**Lala Karina Harahap
2109020181**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI
FAKULTAS ILMU KOMPUTER DAN TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2025

LEMBAR PENGESAHAN

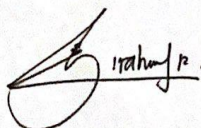
Judul Skripsi : **SISTEM E-MONITORING KESEHATAN
TANAMAN HIAS BERBASIS INTERNET OF
THINGS (IoT)**

Nama Mahasiswa : Lala Karina Harahap

NPM : 2109020181

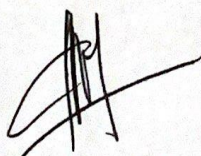
Program Studi : Teknologi Informasi

Menyetujui
Komisi Pembimbing



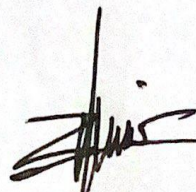
(Dr. Firahmi Rizky, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0116079201

Ketua Program Studi



(Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom)
NIDN. 0117019301

Dekan



(Dr. Al-Khoirizmi, S.Kom., M.Kom.)
NIDN. 0127099201

PERNYATAAN ORISINALITAS

**SISTEM E-MONITORING KESEHATAN TANAMAN HIAS BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)**

SKRIPSI

Saya menyatakan bahwa karya tulis ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya.

Medan, 23 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan



Lala Karina Harahap
NPM. 2109020181

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lala Karina Harahap
NPM : 2109020181
Program Studi : Teknologi Informasi
Karya Ilmiah : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bedas Royalti Non-Eksekutif (*Non Exclusive Royalty free Right*) atas penelitian skripsi saya yang berjudul:

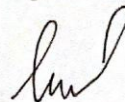
**SISTEM E-MONITORING KESEHATAN TANAMAN HIAS BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksekutif ini, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalih media, memformat, mengelola dalam bentuk database, merawat dan mempublikasikan Skripsi saya ini tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemegang dan atau sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Medan, 23 Juni 2025

Yang Membuat Pernyataan



Lala Karina Harahap

NPM. 2109020181

RIWAYAT HIDUP

DATA PRIBADI

Nama Lengkap : Lala Karina Harahap
Tempat dan Tanggal Lahir : Medan, 27 Juli 2003
Alamat : Jl. Sering Gg. Kamal
Telepon/Faks/HP : 0813 – 6756 - 6910
E-mail : Lalakarinahrp11@gmail.com
Instansi Tempat Kerja : -
Alamat Kantor : -

DATA PENDIDIKAN

SD	: MIS Nurul Fadhillah	TAMAT : 2015
SMP	: MTsN 2 MEDAN	TAMAT : 2018
SMA	: SMK Trittech Informatika	TAMAT : 2021

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil ‘aalamiin, segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul :

“SISTEM E-MONITORING KESEHATAN TANAMAN HIAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)”

sebagai syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) pada Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penulis tentunya berterima kasih kepada berbagai pihak dalam dukungan serta doa dalam penyelesaian skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Agussani, M.AP., selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Al-Khowarizmi, S.Kom., M.Kom., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi (FIKTI).
3. Ibu Fatma Sari Hutagalung, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknologi Informasi.
4. Bapak Mhd. Basri, S.Si., M.Kom., selaku Sekretaris Program Studi Teknologi Informasi.
5. Ibu Dr. Firahmi Rizky, M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, bimbingan, dan masukan berharga sejak awal penyusunan hingga skripsi ini selesai.
6. Kepada Papa (cityboy) dan Mama, Penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam atas segala bentuk dukungan yang telah diberikan selama ini. Kasih sayang, pengertian, dan doa yang tak pernah putus menjadi fondasi yang menguatkan penulis dalam menyelesaikan masa studi dan skripsi ini. Terima kasih telah menjadi tempat pulang terbaik, yang selalu menerima dengan tangan terbuka, di tengah berbagai tekanan dan tantangan yang penulis hadapi.

7. Untuk keluarga besar Opung Harahap, khususnya Bujing dan Bou, Terima kasih atas perhatian dan doa yang selalu menyertai. Kalian adalah bagian dari semangat yang membuat penulis merasa tidak sendiri dalam menjalani proses panjang ini. Dukungan yang sederhana namun tulus sangat berarti dan memberikan ketenangan tersendiri dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Sahabat-sahabat terbaik: Syahira Ramadhani, Amd.Ak, CAP., Muhammad Hamizan, S.E., dan Agung Satya Nugraha yang telah setia mendampingi, membantu, serta memberi semangat di setiap prosesnya.
9. Untuk teman-teman seperjuangan Mila Tri Andini dan teman teman lain, Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan ini. Setiap kerja kelompok, saling bantu dalam menghadapi tugas dan ujian, dan mengerjakan skripsi serta semangat kolektif yang terbentuk menjadi pengalaman berharga. Kalian adalah bukti bahwa perjuangan akan terasa lebih ringan jika dijalani bersama.
10. Seluruh Bapak/Ibu dosen di Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi Universitas Muhammdiya Sumatera Utara atas ilmu dan didikannya selama perkuliahan.
11. Dan kepada diri sendiri, Terima kasih telah bersedia menjalani proses ini sampai selesai. Walaupun tidak selalu mudah, dengan segala tantangan, keterbatasan, dan tekanan yang muncul, akhirnya tahap ini berhasil dilalui. Proses ini menjadi pembelajaran yang penting, tidak hanya dalam hal akademik, tetapi juga dalam membentuk mental dan kedewasaan.

Dengan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian penulisan skripsi ini. Dengan kerendahan hati, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua terutama bagi penulis sendiri. Amin Ya Rabbal'Alamin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, Mei 2025

Penulis,

Lala Karina Harahap

SISTEM E-MONITORING KESEHATAN TANAMAN HIAS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IoT)

ABSTRAK

Tanaman hias seperti *Monstera Variegata* membutuhkan perawatan khusus agar dapat tumbuh dengan baik. Ini terutama memerlukan pencahayaan dan keseimbangan pH air. Salah satu masalah utama yang dihadapi pemilik tanaman hias adalah kesulitan untuk memantau kondisi lingkungan secara langsung, terutama ketika menggunakan metode penyebaran air. Tujuan penelitian ini adalah untuk membangun dan merancang sistem e-monitoring Internet of Things (IoT) yang dapat memantau intensitas cahaya dan pH air secara langsung. Sistem ini menggunakan sensor BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya dan sensor PH-4502C untuk mendeteksi kadar keasaman air, yang diintegrasikan dengan mikrokontroler ESP32 serta terhubung ke platform Thingier.io dan Gmail sebagai media pemantauan dan notifikasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi perubahan kondisi lingkungan dengan cepat dan memberikan notifikasi kepada pengguna secara otomatis. Dengan implementasi sistem ini, pemilik tanaman dapat melakukan pemantauan dan perawatan tanaman hias secara lebih efisien dan tepat waktu, sehingga meningkatkan kesehatan dan estetika tanaman.

Kata Kunci: IoT, E-Monitoring, *Monstera Variegata*, Intensitas Cahaya, pH Air, Tanaman Hias

INTERNET OF THINGS (IoT)-BASED HIAS PLANT HEALTH E-MONITORING SYSTEM

ABSTRACT

Houseplants like *Monstera Variegata* require special care in order to grow well. This mainly entails lighting and water pH balance. One of the main problems faced by ornamental plant owners is the difficulty to monitor environmental conditions directly, especially when using the water dispersal method. The purpose of this research is to build and design an Internet of Things (IoT) e-monitoring system that can monitor light intensity and water pH directly. The system uses a BH1750 sensor to measure light intensity and a PH-4502C sensor to detect water acidity, which are integrated with an ESP32 microcontroller and connected to the Thingier.io platform and Gmail as monitoring and notification media. The test results show that the system is able to detect changes in environmental conditions quickly and provide notifications to users automatically. With the implementation of this system, plant owners can monitor and maintain ornamental plants more efficiently and in a timely manner, thereby improving plant health and aesthetics.

Keywords: IoT, E-Monitoring, *Monstera Variegata*, Light Intensity, Water pH, Ornamental Plants.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iii
RIWAYAT HIDUP	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Batasan Masalah.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II LANDASAN TEORI	7
2.1. Internet of Things	7
2.2. E – Monitoring	8
2.3. Tanama Mostera Variegata.....	9
2.4. Water Propagation	12
2.5. Index Cahaya dan Ph Air.....	13
2.6. Sensor Cahaya (BH1750)	14
2.7. Sensor Ph Air (PH-4502C).....	15
2.8. Mikrokontroler ESP32	16
2.9. LCD (Liquid Cristal Display).....	17
2.10. Stepdown DC LM2596S.....	18
2.11. Thinger.oi.....	19
2.12. Flowchart	20
2.13. Penelitian Terlebih Dahulu	22

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	24
3.1. Metode Penelitian.....	24
3.2. Alur Penelitian.....	25
3.3. Tempat Penelitian.....	27
3.4. Alat Dan Bahan Penelitian	27
3.5. Jadwal Penelitian	29
3.6. Rancangan Alat E – Monitoring.....	30
3.7. Flowchart Sistem dan Flowchart alat.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1. Hasil Perancangan Alat	39
4.1.1 Komponen Utama Alat	40
4.1.2 Hasil Rangkaian Alat	41
4.2. Pengujian Sistem	42
4.2.1 Pengujian Sensor pH PH-4502C.....	42
4.2.2 Pengujian Sensor BH1750	44
4.2.3 Pengujian LCD	46
4.2.4 Pengujian Email.....	47
4.2.5 Tampilan Dashboard Thinger.io	48
4.3. Implementasi Coding	49
4.4. Pembahasan Hasil Pengujian Sistem.....	58
BAB V PENUTUP	60
5.1. Kesimpulan.....	60
5.2. Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul Tabel	Halaman
Tabel 2. 1	Index Cahaya Tanaman Monstera Variegata	13
Tabel 2. 2	Ph Air Tanaman Monstera Variegata.....	14
Tabel 2. 3	Mikrokontroler ESP32	18
Tabel 2. 4	Flowchart	22
Tabel 2. 5	Penelitian Terlebih Dahulu	22
Tabel 3. 1	Alat Penelitian.....	29
Tabel 3. 2	Perangkat Lunak	29
Tabel 3. 3	Jadwal Penelitian.....	30
Tabel 4. 1	Pengujian pH	42
Tabel 4. 2	Pengujian Cahaya.....	44

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul Gambar	Halaman
Gambar 2. 1	Tanaman Monstera Variegata	11
Gambar 2. 2	Sensor BH1750	12
Gambar 2. 3	Sensor PH-4502C	16
Gambar 2. 4	Mikrokontroler ESP32	19
Gambar 2. 5	LCD.....	20
Gambar 2. 6	Stepdown DC LM2596S	21
Gambar 2. 7	Thingier.io	19
Gambar 3. 1	Rangkaian Alat.....	30
Gambar 3. 2	Rancang alat.....	32
Gambar 3. 3	Flowchart Alat.....	34
Gambar 3. 4	Flowchart Sistem.....	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi masa kini berkembang dengan sangat pesat dan akan terus berkembang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan, dan setiap inovasi baru diciptakan untuk memberi manfaat dan mempermudah kehidupan manusia. Khususnya pada teknologi IoT (internet of thing) yang memungkinkan kita untuk mengontrol dan memantau keadaan suatu wilayah atau objek tertentu dari jarak jauh dengan area tanpa batasan jarak selama terkoneksi dengan internet (Megawati, 2021).

Tanaman hias adalah tanaman yang memerlukan perhatian dan perlakuan khusus untuk dapat tumbuh dengan baik dan indah sesuai dengan yang diharapkan dan banyak diantara pemilik tanaman hias mengeluhkan susah merawat tanaman hias, Apalagi ketika si pemilik tidak sempat memantau tanamannya, jika pemeliharaannya tidak sesuai dengan kebutuhan yang dibutuhkan oleh tanaman maka tanaman hias tumbuh dengan tidak baik yang akan mempengaruhi bentuk dan usia hidup tanaman (Muafani, 2020).

Menurut penelitian (Wijaya et al., 2019) Salah satu tren yang berkembang di kalangan masyarakat urban adalah merawat tanaman hias, baik sebagai hobi maupun sebagai elemen estetika ruang. Di antara berbagai jenis tanaman hias, Monstera Variegata menjadi salah satu yang paling populer karena memiliki daun dengan pola unik dan warna variegasi yang menarik. Namun, meskipun populer, tanaman ini membutuhkan perawatan yang cukup teliti, terutama jika

dibudidayakan dengan metode water propagation — yaitu teknik perbanyakan tanaman menggunakan media air. Teknik ini sering dipilih karena dapat mempercepat pertumbuhan akar dan memberikan tampilan tanaman yang bersih serta estetik.

Permasalahan utama yang sering dihadapi oleh pemilik *Monstera Variegata* dalam teknik water propagation adalah sulitnya memantau kondisi air dan lingkungan secara akurat dan konsisten. Salah satu faktor yang sangat penting dalam media air adalah pH air. Tanaman hanya dapat menyerap nutrisi secara optimal pada rentang pH tertentu, dan untuk *Monstera Variegata*, pH ideal berada di kisaran 5.5 hingga 6.5 (Efendi & Loppies, 2022). Apabila nilai pH berada di luar rentang tersebut, kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara akan menurun secara signifikan, yang dapat menyebabkan pertumbuhan terhambat atau bahkan menimbulkan stres fisiologis pada tanaman (Kartikaningrum, 2005). Oleh karena itu, perlu dirancang sebuah sistem e-monitoring berbasis IoT yang dapat memantau pH air secara real-time agar pemilik tanaman dapat memperoleh informasi yang akurat dan cepat. Dan manfaat dari Ph air untuk tanaman yaitu mempercepat pertumbuhan akar mengurangi resiko klorosis (dapat berubah menjadi hijau ketika tanaman mencoba mengimbangi kekurangan klorofil di area putih) dan menjaga ketahanan agar tidak stres.

Selain pH air, intensitas cahaya juga merupakan faktor penting dalam pertumbuhan dan kesehatan *Monstera Variegata*. Tanaman ini memerlukan intensitas cahaya antara 10.000–15.000 lux agar proses fotosintesis berjalan dengan optimal dan warna daun tetap kontras (Tembusai & Armando, 2024). Jika intensitas cahaya terlalu rendah, pertumbuhan tanaman akan melambat; sebaliknya,

jika terlalu tinggi, daun dapat mengering atau terbakar. Oleh karena itu, sistem e-monitoring ini juga perlu dilengkapi dengan sensor cahaya BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya di sekitar tanaman secara akurat. Dengan memanfaatkan sensor tersebut, data dapat dikirimkan secara langsung ke platform digital yaitu Thinger.io dan diakses oleh pengguna melalui perangkat seluler, sehingga pengguna dapat segera mengambil tindakan apabila ditemukan penyimpangan dari kondisi ideal.

Lebih jauh lagi, permasalahan lain yang muncul adalah kurangnya efisiensi dan keterbatasan waktu dari pemilik tanaman untuk memantau kondisi tanaman secara manual setiap saat. Banyak pemilik tanaman yang memiliki aktivitas padat, sehingga tidak memiliki cukup waktu atau keahlian untuk secara konsisten mengecek nilai pH air maupun pencahayaan di sekitar tanaman. Oleh sebab itu, analisis terhadap sistem e-monitoring berbasis IoT menjadi penting untuk mengevaluasi sejauh mana teknologi ini dapat membantu memantau parameter penting tanaman secara real-time.

Dengan demikian, diperlukan perancangan Sistem E-Monitoring Pemantauan Kesehatan Tanaman Hias Berbasis IoT untuk membantu pemilik tanaman memantau pH air dan intensitas cahaya pada tanaman *Monstera Variegata*. Dengan menggunakan sensor PH-4502C dan sensor cahaya BH1750, data dapat diukur dan dikirimkan secara langsung ke platform digital Thinger.io. Data tersebut kemudian dapat diakses melalui aplikasi mobile, sehingga pemilik tanaman dapat segera mengetahui kondisi tanaman mereka dan mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan (Alam, 2020).

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana menganalisis sistem e-monitoring berbasis Internet of Things dalam memantau pH air dan intensitas cahaya secara real-time pada tanaman hias Monstera Variegata dalam media air?
2. Bagaimana merancang sistem e-monitoring berbasis IoT yang dapat memantau pH air dan intensitas cahaya secara real-time untuk tanaman hias Monstera Variegata dalam media air (water propagation)?
3. Bagaimana sistem ini dapat memberikan informasi secara akurat dan efisien kepada pengguna untuk membantu mereka dalam merawat Monstera Variegata?

1.3. Batasan Masalah

1. Parameter hanya memantau dan yang dipantau adalah pH air dan intensitas cahaya, tanpa mempertimbangkan faktor lain seperti suhu air, kelembaban udara, atau kandungan nutrisi dalam air.
2. Sistem hanya diterapkan pada tanaman hias Monstera Variegata dalam media air (water propagation), tidak diuji pada jenis tanaman atau metode tanam lainnya.
3. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor Ph (PH-4502C) dan sensor Cahaya (BH-1750) yang dihubungkan dengan mikrokontroler ESP32, serta memanfaatkan aplikasi untuk pemantauan data secara real-time.
4. Notifikasi yang diberikan kepada pengguna untuk memberi tahu tentang pH air dan pencahayaan serta peringatan, tanpa adanya sistem otomatisasi untuk menyesuaikan pH air atau pencahayaan secara langsung.

5. Penelitian ini dilakukan dalam skala uji coba rumah dan menggunakan pot kecil, sehingga belum mencakup implementasi dalam skala komersial atau perkebunan besar.

1.4. Tujuan Penelitian

1. Analisis ini mencakup identifikasi parameter penting yang dibutuhkan oleh tanaman, seperti rentang ideal pH dan intensitas cahaya, serta bagaimana sistem IoT dapat mengakomodasi pemantauan kondisi tersebut secara otomatis dan berkelanjutan. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi manfaat sistem e-monitoring terhadap efisiensi perawatan tanaman dan pengambilan keputusan yang cepat berdasarkan data real-time.
2. Untuk merancang dan membangun sistem e-monitoring berbasis (IoT) Internet of Things yang mampu memantau pH air dan intensitas cahaya pada tanaman hias monstera variegata secara real-time.
3. Untuk menghasilkan sistem monitoring yang dapat menyajikan informasi kepada pengguna, guna membantu dalam pengambilan keputusan yang tepat dalam merawat tanaman Monstera Variegata.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini memberikan manfaat bagi pengguna atau penghobi tanaman hias. Menghasilkan sistem e-monitoring berbasis IoT yang dapat digunakan untuk memantau kondisi air dan pencahayaan Monstera Variegata secara real-time. Membantu penghobi tanaman hias dalam memantau dan merawat Monstera Variegata dengan lebih mudah dan akurat, tanpa harus melakukan pengecekan

manual setiap saat. Memudahkan pemilik tanaman dalam mengambil keputusan terkait perawatan, misalnya kapan harus air, menambahkan larutan penyeimbang pH, atau menyesuaikan pencahayaan untuk pertumbuhan optimal.

2. Melalui penelitian ini, penulis mendapatkan kesempatan untuk memperdalam pemahaman mengenai teknologi Internet of Things (IoT) dan penerapannya dalam perawatan tanaman hias *Monstera Variegata* dalam media air. Penulis juga dapat meningkatkan keterampilan teknis dalam merancang dan mengembangkan sistem berbasis sensor, seperti sensor pH air dan sensor intensitas cahaya, yang digunakan untuk memantau kondisi lingkungan secara real-time dan untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dalam budidaya tanaman.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1. Internet of Things

Internet of Things (IoT) merupakan teknologi yang memungkinkan konektivitas antara manusia dan perangkat melalui jaringan internet, sehingga menciptakan kemudahan dalam berbagai aktivitas. Dengan perkembangan pesat teknologi, khususnya internet, dampaknya terhadap kehidupan masyarakat modern sangat signifikan. Saat ini, hampir seluruh perangkat elektronik dapat terhubung ke internet berkat penerapan IoT. Teknologi ini berfungsi untuk mengidentifikasi, melacak, serta memantau objek (things) secara otomatis dan waktu nyata (Atzori et al., 2015).

IoT dirancang agar pengguna dapat berinteraksi dengan beragam objek yang terkoneksi ke jaringan internet dari jarak jauh (Khodadadi & Dastjerdi, n.d.). Konsep IoT sendiri memungkinkan berbagai perangkat saling terhubung dan bertukar informasi tanpa keterlibatan manusia secara langsung, sekaligus menyediakan kemampuan pengendalian jarak jauh. Selama objek tersebut memiliki akses internet, proses pengumpulan data menjadi lebih praktis dan efisien (Eslava et al., 2015).

Prinsip kerja IoT didasarkan pada penerapan algoritma pemrograman yang mengatur fungsi perangkat, setiap perintah argument akan menghasilkan suatu interaksi yang terjadi antara mesin dengan mesin dan terhubung otomatis tidak ada campur tangan seseorang dan tidak dibatasi jarak. Yang menjadi penghubung antara interaksi kedua mesin adalah internet, sementara tugas manusiahanya sebagai pengatur dan mengawasi alat tersebut bekerja secara langsung (Rey, 2018).

Dalam sebuah tulisan karya ilmiah McKinsey Global Institute, Internet of Things adalah teknologi dimana kita dapat menghubungkan mesin, perangkat, dan benda fisik dengan sensor jaringan untuk saling bertukar informasi dan mengelola kemampuannya sendiri, sehingga dengan adanya sebuah mesin untuk saling bertukar informasi dan bahkan bertindak mandiri berdasarkan informasi yang diterima (Trista, 2022).

Menurut salah satu jurnal ilmiah, Internet of Things didefinisikan sebagai konsep di mana suatu objek memiliki identitas unik, mampu mengatur kinerjanya secara mandiri, serta dapat saling bertukar informasi. Tujuan utama teknologi ini adalah mempermudah interaksi antara manusia dan objek, sekaligus memungkinkan pertukaran data antarobjek secara langsung. (Turyadi et al., 2021)

2.2. E – Monitoring

Adanya Manajemen Monitoring Perencanaan Produksi yang terintegrasi memudahkan informasi tersampaikan secara cepat dan akurat, sehingga kebutuhan barang dapat terkontrol dengan optimal serta meminimalkan biaya manajemen. Dengan sistem yang efektif, perusahaan dapat mengoptimalkan pengelolaan sumber daya dan memastikan produksi berjalan sesuai target yang telah ditetapkan. Selain itu, sistem ini juga berperan dalam meningkatkan fleksibilitas perusahaan dalam merespons perubahan permintaan pasar, mengurangi risiko overstock atau kekurangan bahan baku, serta memastikan efisiensi dalam proses produksi (Nurdin et al., 2019). Dengan demikian, pengendalian produksi dapat lebih terstruktur, seimbang dengan pengawasan yang ketat, serta didukung oleh kemudahan layanan informasi yang memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data yang lebih akurat.

Dalam konteks digitalisasi dan perkembangan teknologi, E-Monitoring hadir sebagai solusi inovatif yang memungkinkan pemantauan, pengawasan, dan pengelolaan data secara elektronik menggunakan teknologi informasi dan komunikasi. Sistem ini dirancang untuk mengamati serta menganalisis aktivitas atau kondisi tertentu secara real-time maupun periodik, sehingga pengguna dapat memperoleh informasi terkini mengenai aspek yang dipantau. E-Monitoring dapat diterapkan melalui kombinasi perangkat keras, seperti sensor, kamera, dan alat pengukur otomatis, serta perangkat lunak berbasis cloud yang mampu menyimpan, mengelola, dan menganalisis data dengan efisien. Dengan adanya sistem ini, proses pengawasan tidak lagi bergantung pada metode manual yang rentan terhadap human error, melainkan dapat dilakukan secara otomatis dengan tingkat akurasi yang lebih tinggi.

Implementasi E-Monitoring telah banyak diterapkan di berbagai sektor, seperti pertanian, kesehatan, pendidikan, dan industri, guna meningkatkan efisiensi operasional serta efektivitas manajemen. Di bidang pertanian, misalnya, E-Monitoring memungkinkan petani untuk memantau kondisi lahan dan tanaman secara real-time, termasuk parameter penting seperti pH air, serta intensitas cahaya, yang berkontribusi terhadap peningkatan produktivitas. Dengan kemampuannya dalam menyediakan data yang akurat dan terkini, E-Monitoring menjadi alat penting dalam mendukung pengambilan keputusan strategis yang lebih cepat dan tepat (Trista, 2022).

2.3. Tanama Mostera Variegata

Menurut (Suhaimi et al., 2023) dalam penelitiannya, Monstera merupakan salah satu tanaman hias yang saat ini banyak diminati oleh pecinta tanaman karena

memiliki nilai estetika tersendiri. Kondisi iklim tropis Indonesia sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman *Monstera*. *Variegata* merupakan bagian tanaman yang mengalami mutasi, seperti perubahan warna daun menjadi putih belang yang berbeda dari warna aslinya (La Rocca et al., 2011). *Variegata* pada daun disebabkan oleh penghambatan fotosintesis yang mengganggu produksi klorofil (Khouri et al, 2010; Jabeen and Mirza, 2013). Hal ini bukan hanya menjadi kelainan pada tanaman, tetapi juga menghasilkan keragaman genetik yang dapat dimanfaatkan dalam pemuliaan atau perbaikan sifat tanaman (Sandra, 2020).

Monstera Variegata memiliki daya tarik tersendiri di kalangan pecinta tanaman hias karena corak unik pada daunnya yang memberikan kesan eksklusif dan langka. Namun, perawatan tanaman ini memerlukan perhatian khusus, terutama dalam hal pencahayaan, kelembaban, dan nutrisi. Karena kandungan klorofilnya lebih sedikit dibandingkan *Monstera* hijau biasa, bagian daun yang berwarna putih cenderung lebih rentan terhadap kekeringan dan kerusakan akibat paparan sinar matahari langsung. Oleh karena itu, pemantauan faktor lingkungan seperti intensitas cahaya dan pH air menjadi penting dalam menjaga kesehatan *Monstera Variegata*, terutama jika ditanam dalam media air seperti hidroponik atau semi-hidroponik. Salah satu metode perbanyakan yang umum digunakan adalah water propagation (Barkah et al., 2020).

pH air yang stabil memiliki peran penting dalam mendukung kesehatan *Monstera Variegata*. Kisaran pH ideal antara 5,5 hingga 6,5 membantu meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi esensial seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan daun, akar, dan jaringan tanaman secara keseluruhan. Selain itu, pH yang seimbang menjaga keberadaan mikroorganisme menguntungkan di sekitar akar dan mencegah stres fisiologis yang

dapat menyebabkan kerusakan atau infeksi, terutama pada bagian daun yang variegasi dan lebih rentan karena kandungan klorofilnya rendah. Akar yang tumbuh dalam pH ideal juga memiliki kemampuan lebih baik dalam menyerap air dan nutrisi, sehingga mempercepat pertumbuhan tunas baru dan mencegah pembusukan akar, khususnya saat tanaman diperbanyak melalui media air (Barkah et al., 2020).

Sementara itu, intensitas cahaya yang optimal juga sangat penting bagi *Monstera Variegata*. Bagian daun yang memiliki warna putih tidak dapat berfotosintesis, sehingga bagian hijau harus bekerja lebih keras untuk menghasilkan energi. Dengan pencahayaan yang cukup, proses fotosintesis dapat berlangsung secara efisien, mendukung pertumbuhan seluruh tanaman. Cahaya juga berperan dalam mempertajam kontras warna variegasi, menjaga pola belang tetap indah dan menarik (Larasati et al., 2024). Selain itu, pencahayaan yang baik merangsang produksi hormon pertumbuhan, mendorong pembentukan daun dan tunas baru, serta mencegah terjadinya etiolasi atau pertumbuhan memanjang yang tidak sehat akibat kekurangan cahaya. Kondisi ini membantu *Monstera Variegata* tumbuh simetris, kokoh, dan tetap memiliki nilai estetika yang tinggi.



Gambar 2. 1 Tanaman *Monstera Variegata*

Sumber : <https://images.app.goo.gl/E8E4aE3X3yAh9eE77>

2.4. Water Propagation

Water propagation atau perbanyak tanaman melalui media air merupakan salah satu metode perbanyak vegetatif yang populer, terutama untuk tanaman hias berdaun seperti *Monstera Variegata*. Metode ini melibatkan perendaman bagian batang atau ruas tanaman dalam air bersih untuk merangsang pertumbuhan akar baru, tanpa menggunakan media tanam padat seperti tanah atau cocopeat. Teknik ini dianggap sebagai metode yang sederhana, efisien, dan ramah lingkungan, serta memungkinkan pemantauan perkembangan akar secara visual (Dwimahyani & Gandanegara, 2021).

Water propagation sangat cocok digunakan untuk tanaman dengan sistem akar adventif yang dapat tumbuh dari ruas batang atau buku daun. Dalam konteks *Monstera Variegata*, metode ini banyak digunakan baik oleh pemula maupun kolektor tanaman hias berpengalaman karena memberikan keberhasilan yang cukup tinggi dalam perbanyak. Selain itu, teknik ini meminimalisir risiko hama tanah dan memungkinkan pengontrolan lingkungan akar yang lebih baik. Salah satu keunggulan dari metode water propagation adalah kemampuannya dalam menjaga kelembaban yang stabil pada area akar (Rinaldy et al., 2024). Akar yang berkembang dalam air akan langsung menyerap nutrisi dan oksigen yang terlarut, sehingga tidak mudah mengering. Namun, untuk menjaga agar pertumbuhan akar tetap optimal, kualitas air yang digunakan harus diperhatikan, termasuk suhu, kejernihan, dan pH-nya. Air yang terlalu asam atau basa dapat menghambat pembentukan akar baru dan menyebabkan stres fisiologis pada tanaman.

Beberapa manfaat penting dari metode water propagation antara lain:

- Pemantauan Akar Secara Visual
- Minim Risiko Kontaminasi Hama Tanah

- Adaptasi Lingkungan Lebih Terkontrol
- Rendah Biaya dan Mudah Diakses

Oleh karena itu, penggantian air secara berkala dan penggunaan larutan nutrisi tambahan sangat dianjurkan, terutama jika tanaman akan berada dalam media air untuk waktu yang lama. Dengan demikian, water propagation bukan hanya metode praktis dalam memperbanyak *Monstera Variegata*, tetapi juga dapat menjadi bagian dari sistem

2.5. Index Cahaya dan Ph Air

Tabel indeks yang dapat digunakan untuk pemantauan kesehatan *Monstera Variegata* dalam Water Propagation. Tabel ini mencakup parameter utama seperti pH air, intensitas Cahaya.

1. Intensitas Cahaya

Tabel 2. 1 Index Cahaya Tanaman *Monstera Variegata*

Intensitas Cahaya (LUX)	Status	Dampak Pada Tanaman	Tindakan Korektif
0 - 9.999	Tidak Optimal	Pertumbuhan tidak optimal, warna daun pudar.	Tambahkan cahaya buatan atau pindah kan lebih dekat ke sumber cahaya.
10.000 - 15.000	Optimal	Pertumbuhan stabil, warna daun cerah.	Tidak perlu koreksi.
15.001 - 20.000	Terlalu Terang	Daun bisa terbakar, muncul bercak kecoklatan.	Gunakan shading net atau letakkan di tempat lebih teduh.

2. Ph Air

Tabel 2. 2 Ph Air Tanaman Monstera Variegata

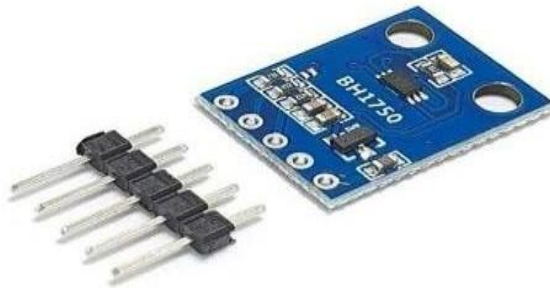
Ph Air	Status	Dampak Pada Tanaman	Tindakan Korektif
5.0 - 5.4	Asam	Penyerapan Nutrisi berkurang, Pertumbuhan lambat	Tambahkan larutan pH down
5.5 - 6.5	Optimal	Penyerapan nutrisi maksimal, pertumbuhan sehat.	Tidak perlu koreksi.
6.6 – 7.0	Sedikit Basa	Beberapa nutrisi kurang terserap, daun kusam	Tambahkan larutan pH down

2.6. Sensor Cahaya (BH1750)

BH1750 merupakan sensor pengukur intensitas cahaya yang bekerja dengan mendeteksi jumlah cahaya yang mengenainya. Sensor ini memanfaatkan protokol komunikasi i2C melalui pin SCL dan SDA, sehingga memudahkan integrasinya dengan mikrokontroler. BH1750 dapat mengukur intensitas dari berbagai sumber cahaya dan tidak terpengaruh oleh radiasi inframerah (IR). Hasil pengukuran dari sensor ini biasanya dinyatakan dalam satuan lux. digital yang dapat dengan mudah dihubungkan dengan tepi apapun perangkat (Wulantika et al., 2024).

Module sensor intensitas cahaya BH1750 adalah sensor cahaya digital dengan output sinyal digital, tidak diperlukan perhitungan yang rumit. Sensor BH1750 memiliki keluaran sinyal analog dan lebih akurat serta mudah digunakan dibandingkan sensor lain seperti foto diode dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog kemudian perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas.

Sensor cahaya digital BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan daya keluaran lux tanpa melakukan perhitungan terlebih dahulu (Pamungkas & Rohmah, 2015).



Gambar 2. 2 Sensor BH1750

Sumber : <https://images.app.goo.gl/256Gj4WPP8qX7N3M7>

2.7. Sensor Ph Air (PH-4502C)

Sensor pH meter merupakan suatu sensor yang dapat melakukan pengukuran Tingkat kadar keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh cairan/larutan. Sensor pH air digunakan untuk mengukur derajat keasaman (pH) pada suatu larutan. Prinsip kerja dari sensor pH yaitu terdapat pada elektrode referensi dan elektrode kaca yang pada ujungnya berbentuk bulat (bulb) dan berfungsi sebagai tempat terjadinya pertukaran ion positif (H^+), pertukaran ion mengakibatkan adanya beda potensial antara dua elektrode sehingga pembaca potensiometer menghasilkan positif atau negative (Cahyono, 2024)

Prinsip kerja sensor pH air berpusat pada bagian *probe* yang terbuat dari elektroda kaca. Di dalam elektroda kaca tersebut terdapat larutan HCl pada ujungnya. *Probe* ini berfungsi mendeteksi konsentrasi ion H_3O^+ dalam suatu larutan untuk menentukan nilai pH. Lapisan kaca elektroda memiliki sifat sensitif dengan impedansi rendah, sehingga mampu memberikan hasil pengukuran yang stabil dan cepat, baik pada suhu larutan tinggi maupun rendah. Nilai pH yang terdeteksi oleh

sensor kemudian dikirimkan ke mikrokontroler melalui antarmuka sensor pH air untuk diproses lebih lanjut. Sensor PH air ini sangat baik untuk digunakan dalam melakukan pembacaan kadar PH cairan dengan interval waktu yang lama (Madani et al., 2024)



Gambar 2. 3 Sensor PH-4502C

Sumber : <https://images.app.goo.gl/dfSK3zG8AgdMUpRf8>

2.8. Mikrokontroler ESP32

Mikrokontroler ESP32 merupakan mikrokontroler SoC (System on Chip) terpadu dengan dilengkapi WiFi 802.11 b/g/n, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 adalah chip yang cukup lengkap, terdapat prosesor, penyimpanan dan akses pada GPIO (General Purpose Input Output). ESP32 bisa digunakan untuk rangkaian pengganti pada Arduino, ESP32 memiliki kemampuan untuk mendukung terkoneksi ke WI-FI secara langsung (Agus Wagyana, 2019). Spesifikasi Mikrokontroler ESP32 (Savitri & Is, 2022).

Tabel 2. 3 Mikrokontroler ESP32

No	Atribut	Detail
1	Tegangan	3.3 Volt
2	Prosesor	Tensilica L108 32 Bit
3	Kecepatan Prosesor	Dual 160MHz

media penampil data, baik berupa karakter, huruf, angka, maupun grafik. LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen LCD adalah alat yang mempunyai fungsi untuk menampilkan suatu ukuran besaran atau angka, sehingga dapat dilihat dan diketahui melalui tampilan layar kristalnya. LCD berfungsi untuk menampilkan data dari sensor saat ketika mendeteksi objek. (S. Budiyo 2012).



Gambar 2. 5 LCD

Sumber : <https://images.app.goo.gl/TVseDS7bDzVYFPqM6>

2.10. Stepdown DC LM2596S

Modul Step Down LM2596 merupakan rangkaian penurun tegangan yang dilengkapi *multiturn potentiometer* untuk mengatur tegangan keluarannya. Salah satu keunggulannya adalah kemampuan menjaga tegangan output tetap stabil meskipun tegangan input mengalami perubahan. IC seri LM2596 tersedia dalam beberapa varian, yang umumnya terbagi menjadi dua jenis, yaitu versi *adjustable* yang memungkinkan pengaturan tegangan keluaran sesuai kebutuhan, dan versi tetap (*fixed output*). dan versi *fixed voltage output* yang tegangan keluaran sudah tetap / *fixed*.



Gambar 2. 6 Stepdown DC LM2596S

Sumber : <https://images.app.goo.gl/yoc7GDfpbjdSVynN7>

2.11. Thinger.io

Thinger.io merupakan platform berbasis *cloud* yang dirancang untuk mendukung implementasi Internet of Things, menyediakan infrastruktur siap pakai guna menghubungkan berbagai perangkat. Platform ini sering dimanfaatkan untuk menampilkan data hasil pembacaan sensor melalui *dashboard* interaktif dalam bentuk grafik. Penggunaannya dinilai lebih praktis, terutama karena pada penelitian ini fokus diarahkan pada sistem pengendali yang dapat dipantau secara real-time melalui Thinger.io.



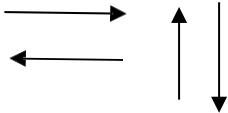
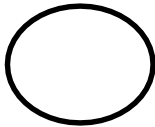
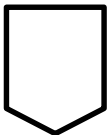
Gambar 2. 7 Thinger.io

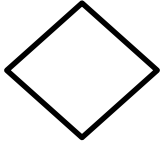
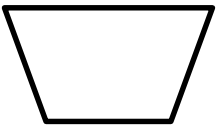
Sumber : <https://images.app.goo.gl/MtH2vonKHxdLxEKR6>

2.12. Flowchart

Flowchart atau diagram alir merupakan representasi grafis yang menunjukkan urutan langkah atau proses dalam suatu sistem. Diagram ini sering digunakan oleh analis sistem untuk mendokumentasikan serta menjelaskan alur kerja kepada programmer. Dengan menggunakan simbol-simbol yang merepresentasikan proses tertentu dan dihubungkan melalui garis alir, flowchart memudahkan identifikasi serta penyelesaian masalah selama tahap pengembangan sistem.

Tabel 2. 4 Flowchart

Simbol	Nama	Fungsi
	Flow	Simbol yang digunakan untuk menggabungkan antara symbol yang satu dengan simbol lain
	On-page	Simbol untuk keluar-masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang sama
	Off-page	Simbol untuk keluar-masuk atau penyambungan proses dalam lembar kerja yang berbeda
	Terminator	Simbol yang menyatakan awal atau akhir suatu program
	Process	Simbol yang menyatakan suatu proses yang dilakukan.

	Decision	Simbol yang menunjukkan kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban yaitu ya atau tidak.
	Input/Output	Simbol yang menyatakan proses input atau output
	Manual Operation	Simbol yang menyatakan proses input atau output tanpa tergantung peralatan
	Document	Simbol yang menyatakan bahwa input berasal dari dokumen dalam bentuk fisik atau output yang perlu dicetak
	Predefine Process	Simbol untuk pelaksanaan suatu bagian (sub-program)
	Display	Simbol yang menyatakan peralatan atau output yang digunakan
	Preperation	Simbol yang menyatakan penyediaan tempat Penyimpanan suatu pengolahan untuk memberikan nilai awal

2.13. Penelitian Terlebih Dahulu

Tabel 2. 5 Penelitian Terlebih Dahulu

NO	NAMA	JUDUL	KESIMPULAN
1	Nikmatul Khoiriah, Anisah Hardini Pulungan, Fitri Amalia, Nurin Afrina, Nursaibah Tambunan, Pristy Karunia Putri, Sabila Allyu Sinaga, Syarifah Rahma	Pemeliharaan Tanaman Hias Selama Pandemi COVID-19 Hingga Sekarang	Pengelolaan tanaman hias di rumah dilakukan dengan cermat, termasuk pengaturan pencahayaan, pemilihan bibit unggul, penggunaan teknologi seperti irigasi otomatis, dan pendekatan Integrated Pest Management (IPM). Pemeliharaan ini tidak hanya memperindah rumah, tetapi juga menjadi hobi yang berkelanjutan serta berkontribusi pada kesejahteraan mental dan kesadaran lingkungan
2	Fathurrahmani, Agustiannoor	Smartpot untuk Efisiensi Monitoring Tanaman Hias Berdasarkan IoT	IoT merupakan pendekatan yang tepat untuk monitoring tanaman hias secara efisien. Sistem Smartpot berbasis NodeMCU dan sensor mampu memantau kelembaban tanah, suhu, cahaya, dan memberikan notifikasi real-time melalui smartphone dan media sosial.
3	Haarisah Yustika Putri Al-Jufri, Ony Novianti, Ghibran Muhammad, Revangga Adytya, Agung Nugroho Pramudhita	Otomatisasi Pertanian Dengan Sensor Soil Moisture, Sensor Cahaya, LED Grow Lamps, dan Pompa Air Untuk Pertumbuhan Tanaman Optimal	Perangkat berhasil menjalankan fungsi otomatisasi irigasi dan pencahayaan berdasarkan data dari sensor kelembaban tanah dan cahaya. Sistem ini mendukung pertumbuhan tanaman optimal serta meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam praktik pertanian indoor berbasis IoT.

4	Ari Handriatni	Booming Tanaman Hias di Saat Pandemi Covid-19, Pemodelan Desain Lanskap di Kota Pekalongan	Jenis tanaman hias yang booming di Kota Pekalongan mencakup Monstera, Calathea, Aglaonema, dan lainnya. Desain lanskap umumnya vertikal, gantung, bertingkat, atau tempel. Perawatan dilakukan dengan penyiraman, pemupukan, pemangkasan, pemberian ajir, serta penggantian media tanam.
5	Julpri Andika, Endra Permana, Said Attamimi	Perancangan Sistem Otomatisasi dan Monitoring Perangkat Perawatan Tanaman Hias Berbasis IoT	Sistem berhasil melakukan penyiraman otomatis, pengaturan suhu dan kelembaban, serta buka-tutup tirai berdasarkan data sensor. Perangkat menggunakan ESP8266 dan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh. Pengujian menunjukkan perangkat bekerja efektif dengan tingkat kesalahan sensor yang rendah. Sistem ini membantu pemilik tanaman hias dalam merawat tanaman secara efisien tanpa harus selalu hadir secara fisik, serta dapat dikembangkan lebih lanjut dari sisi aplikasi dan fungsi perangkat.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) yang bertujuan untuk mengembangkan sistem e-monitoring kesehatan tanaman hias berbasis Internet of Things (IoT). Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti tidak hanya mengkaji teori, tetapi juga menghasilkan produk nyata berupa sistem monitoring yang dapat digunakan secara langsung. Sistem ini dirancang untuk memantau nilai pH air dan intensitas cahaya secara real-time, serta memberikan peringatan melalui buzzer jika terjadi kondisi di luar batas ideal. Data yang diperoleh ditampilkan pada LCD dan dikirim ke platform Thinger.io.

Proses pengembangan sistem diawali dengan observasi terhadap permasalahan di lapangan, terutama terkait kurangnya pemantauan terhadap tanaman hias dalam media air. Setelah itu, dilakukan studi literatur guna memperkuat landasan teori dan memahami teknologi yang relevan, seperti sensor pH, sensor BH1750, mikrokontroler ESP32, dan sistem IoT. Tahap berikutnya adalah perancangan alat, di mana dilakukan pemilihan komponen, penyusunan skematik rangkaian, serta perancangan alur kerja sistem. Selanjutnya, pada tahap proses pembuatan, seluruh komponen dirakit dan diprogram sesuai rancangan menggunakan Arduino IDE. Setelah sistem selesai dibuat, dilakukan uji coba untuk mengamati fungsionalitas setiap komponen dan kestabilan sistem secara keseluruhan. Data hasil pengujian kemudian dianalisis dalam tahap hasil dan

pembahasan, untuk menilai apakah sistem telah berfungsi sesuai tujuan. Setelah seluruh tahapan selesai, penelitian ini dinyatakan selesai.

3.2. Alur Penelitian

Penelitian perancangan E-Monitoring Kesehatan Tanaman Hias untuk mendeteksi Ph air dan Intensitas Cahaya menggunakan Sistem ESP32 ini meliputi beberapa tahapan pelaksanaan yang akan ditunjukkan pada metode diagram dibawah ini



Gambar 3.1 Alur Penelitian

Mengacu pada diagram alur di atas, proses Sistem E-Monitoring Kesehatan Tanaman Hias Berbasis IoT mengikuti sejumlah tahapan yang dijelaskan sebagai berikut:

1. **Mulai** : Merupakan tahap awal dimulainya proses penelitian. Pada tahap ini, peneliti menentukan tujuan, ruang lingkup, dan rencana kerja penelitian secara keseluruhan.
2. **Observasi** : Peneliti melakukan pengamatan langsung terhadap masalah yang terjadi di lapangan. Dalam penelitian ini, observasi dilakukan untuk mengetahui kebutuhan akan sistem pemantauan kesehatan tanaman hias, khususnya dalam media air.
3. **Studi Literatur** : Pengumpulan informasi dan referensi dari berbagai sumber seperti buku, jurnal ilmiah, dan penelitian terdahulu. Tahap ini bertujuan untuk memperkuat dasar teori serta memahami teknologi yang akan digunakan seperti IoT, sensor pH, dan sensor cahaya.
4. **Perancangan Alat** : Menyusun desain sistem yang akan dibuat, termasuk pemilihan komponen (ESP32, sensor pH, sensor BH1750, LCD I2C, dan buzzer), penyusunan diagram rangkaian, serta perencanaan alur kerja sistem monitoring.
5. **Proses Pembuatan** : Melaksanakan perakitan alat secara fisik dan pemrograman sistem menggunakan Arduino IDE. Komponen dirangkai dan diuji koneksinya secara keseluruhan.
6. **Uji Coba** : Melakukan pengujian terhadap alat yang telah dibuat untuk memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik. Uji coba mencakup pembacaan sensor, tampilan LCD, fungsi buzzer, dan pengiriman data ke platform IoT (Thinger.io).

7. **Hasil dan Pembahasan :** Menganalisis data yang diperoleh dari hasil uji coba, mengevaluasi performa alat, serta membahas apakah sistem telah berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.
8. **Selesai :** Menandai bahwa seluruh rangkaian proses penelitian telah dilakukan. Pada tahap ini, peneliti menarik kesimpulan dan mendokumentasikan hasil akhir dalam bentuk laporan.

3.3. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Green House Malika Plants yang terletak di Jalan Sering Gang Kamal, Kecamatan Medan Tembung, Kabupaten Deli Serdang. Lokasi ini dipilih karena memiliki koleksi tanaman hias, termasuk Monstera Variegata, yang menjadi objek utama dalam pengembangan sistem monitoring berbasis IoT.

3.4. Alat Dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam E-Monitoring Kesehatan Tanaman Hias Berbasis Internet of Things yaitu:

Perangkat keras (Hardware):

Tabel 3. 1 Alat Penelitian

NO	NAMA ALAT	FUNGSI
1	ESP32	Sebagai mikrokontroler utama yang mengendalikan seluruh sistem. ESP32 membaca data dari sensor, memprosesnya, dan mengirimkan hasilnya ke platform IoT (seperti Thingier.io) melalui koneksi WiFi.

2	Sensor BH-1750 (Cahaya)	Mengukur intensitas cahaya di sekitar tanaman. Sensor ini menghasilkan data dalam satuan lux, yang membantu mengetahui apakah tanaman mendapat pencahayaan yang sesuai.
3	Sensor PH-4502C (Ph)	Digunakan untuk mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaan (pH) air dalam media tanam. Nilai pH yang tepat penting untuk menjaga kesehatan akar tanaman
4	Step-down	Modul penurun tegangan yang berfungsi untuk menyesuaikan tegangan input dari sumber daya (baterai 12V) ke level yang sesuai (misalnya 5V atau 3.3V) untuk ESP32 dan komponen lainnya.
5	Kabel Jumper	Digunakan sebagai penghubung antar komponen di breadboard atau modul lainnya, baik untuk jalur data, tegangan, maupun ground.
6	LCD 12X 2	Digunakan untuk menampilkan informasi seperti nilai pH, intensitas cahaya, serta status tanaman (normal, terlalu asam, pencahayaan rendah, dll) secara langsung.
7	Buzzer	Berfungsi sebagai alat peringatan suara yang akan berbunyi ketika nilai sensor menunjukkan kondisi di luar batas ideal, misalnya pH terlalu rendah atau cahaya terlalu tinggi.
8	Baterai	Sebagai sumber daya utama bagi sistem. Baterai menyuplai listrik ke seluruh rangkaian agar alat dapat beroperasi secara portabel atau tanpa kabel listrik langsung.

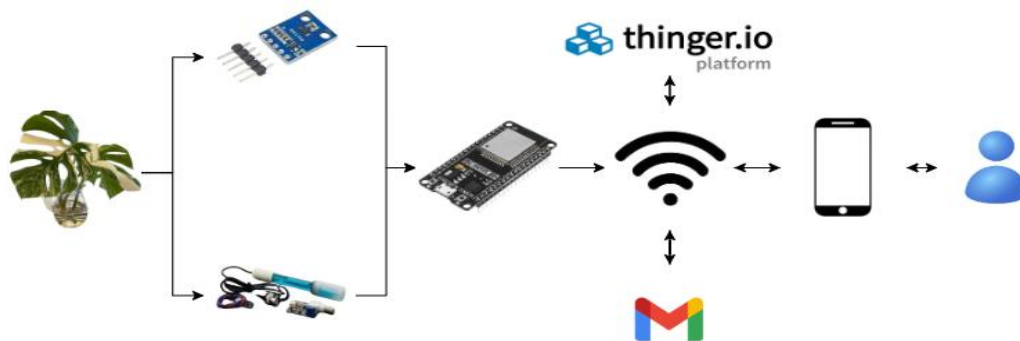
Perangkat lunak (Software):

Tabel 3. 2 Perangkat Lunak

NO	NAMA PERANGKAT	FUNGSI
1	Arduino IDE	Digunakan untuk menulis, mengunggah, dan menguji kode program ke dalam mikrokontroler (dalam hal ini ESP32). Merupakan lingkungan pengembangan utama dalam pembuatan sistem IoT ini.
2	Wokwi	Merupakan platform simulasi elektronik berbasis web yang digunakan untuk mensimulasikan rangkaian Arduino/ESP32 secara virtual sebelum perangkat keras dirakit secara nyata. Membantu menguji logika dan fungsi program.

3.6. Rancangan Alat E – Monitoring

Adapun rangkaian alat dari sistem E-Monitoring Kesehatan Tanaman Hias Berbasis Internet of Things (IoT) dirancang untuk menunjukkan alur kerja pemantauan kondisi tanaman, khususnya dalam mendeteksi intensitas cahaya dan pH air pada media tanam.



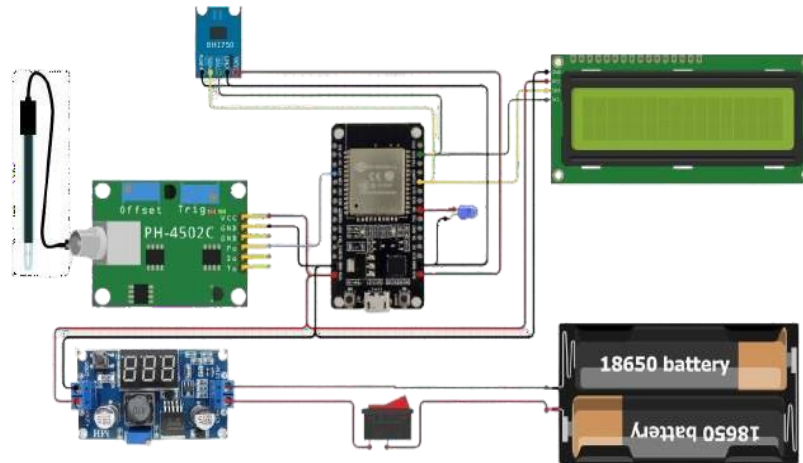
Gambar 3. 1 Rangkaian Alat

Gambar diatas menjelaskan tentang rangkaian alat E-Monitoring. Kesehatan tanaman Yang Dimana sensor PH-4502C dan BH1750 lalu mengirim data ESP32 yang terhubung ke internet setelah itu di kirim ke Thinger.io yang terdapat pada smartphone user.

1. **Tanaman (Monstera Variegata) :** Tanaman Monstera Variegata menjadi objek pemantauan dalam sistem ini. Sistem e-monitoring ini bertujuan untuk menjaga kesehatan tanaman dengan memantau kondisi lingkungan tanamnya, khususnya tingkat pH air dan intensitas cahaya.
2. **Sensor BH1750 (Sensor Cahaya) :** Sensor ini digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman. Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan lux. Cahaya yang terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat memengaruhi proses fotosintesis tanaman.

3. **Sensor PH-4502C (Sensor pH)** : Sensor ini berfungsi untuk mendeteksi tingkat keasaman atau kebasaan (pH) air dalam media tanam. pH yang tidak sesuai dapat menyebabkan stres pada akar tanaman dan menurunkan kesehatannya.
4. **Mikrokontroler ESP32** : ESP32 bertindak sebagai pusat kendali sistem. Ia menerima data dari kedua sensor (BH1750 dan PH-4502C), memproses data tersebut, dan mengirimkannya melalui jaringan WiFi ke platform IoT serta perangkat pengguna.
5. **Koneksi WiFi** : Digunakan sebagai media komunikasi data dari ESP32 ke internet, memungkinkan data sensor dikirimkan secara real-time ke platform Thinger.io dan perangkat pengguna.
6. **Thinger.io** : Thinger.io adalah dashboard berbasis cloud tempat data dari sensor ditampilkan secara real-time. Pengguna dapat melihat grafik atau angka dari parameter pH dan intensitas cahaya melalui dasbor ini.
7. **Email (Gmail)** : Sistem dapat dikonfigurasi untuk mengirim notifikasi email otomatis ke pengguna apabila nilai sensor menunjukkan kondisi yang tidak normal. Fitur ini membantu pengguna untuk segera melakukan tindakan.
8. **Smartphone** : Berfungsi sebagai alat akses pengguna untuk melihat kondisi tanaman secara real-time melalui aplikasi Thinger.io atau melalui email notifikasi yang masuk.
9. **Pengguna (User)** : Pengguna berperan sebagai pengambil keputusan berdasarkan informasi yang diterima dari sistem. Jika sistem mendeteksi adanya kondisi tidak ideal, pengguna dapat melakukan perawatan seperti menyesuaikan pencahayaan atau mengganti air tanam.

Rangkaian alat IoT adalah susunan perangkat keras seperti mikrokontroler, sensor, dan aktuator yang dirancang untuk memantau, mengontrol, atau mengotomatisasi suatu proses, serta terhubung ke internet agar dapat diakses dan dikendalikan dari jarak jauh secara real-time.



Gambar 3. 2 Rancang alat

Berikut merupakan tahapan alur kerja sistem E-Monitoring Kesehatan Tanaman Hias Berbasis IoT :

1. **Sistem Dihidupkan :** Ketika saklar dinyalakan, baterai 18650 menyuplai daya ke seluruh komponen melalui modul step-down yang menurunkan tegangan agar aman untuk ESP32 dan perangkat lainnya.
2. **Sensor Aktif Membaca Lingkungan**

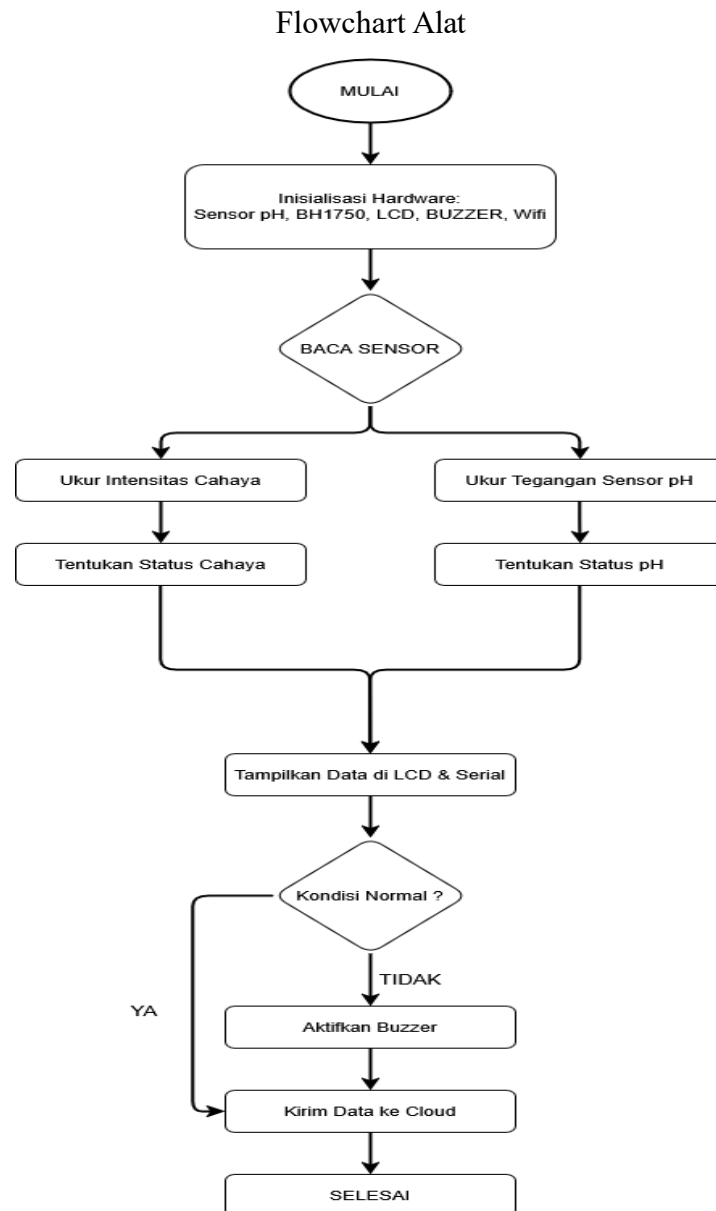
Sensor BH1750 langsung membaca intensitas cahaya di sekitar tanaman.

Sensor PH-4502C mengukur tingkat keasaman atau kebasaan (pH) air pada media tanam.
3. **Pengolahan Data oleh ESP32 :** ESP32 menerima data dari kedua sensor tersebut, memprosesnya, dan menentukan apakah nilai-nilainya berada dalam rentang ideal untuk tanaman Monstera Variegata.

4. **Tampilan Data ke LCD 16x2 :** Nilai pH dan intensitas cahaya ditampilkan secara real-time pada LCD agar pengguna bisa langsung melihat kondisi tanaman.
5. **Pengiriman Data ke Internet via Thinger.io :** Dengan koneksi WiFi, ESP32 mengirimkan data ke platform IoT Thinger.io, sehingga pengguna bisa memantau kondisi tanaman melalui smartphone atau komputer secara jarak jauh.
6. **Peringatan melalui Buzzer :** Jika nilai pH terlalu rendah/tinggi atau cahaya terlalu kuat/lemah, buzzer akan menyala sebagai peringatan kondisi tidak normal.
7. **Akses Data oleh Pengguna :** Pengguna dapat memantau data lingkungan tanaman secara real-time melalui dashboard Thinger.io dan mengambil tindakan perawatan jika diperlukan.

3.7. Flowchart Sistem dan Flowchart alat

Flowchart menggambarkan alur kerja dari E-Monitoring Kesehatan Tanaman Hias Berbasis IoT sesuai dengan data yang terdapat pada Thinger.io. Dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



Gambar 3. 3 Flowchart Alat

Berikut penjelasan dari gambar Flowchart Alat diatas:

1. **Mulai** : Sistem diaktifkan dan siap menjalankan seluruh proses pemantauan.
2. **Inisialisasi Hardware** : Pada tahap ini, seluruh perangkat keras seperti sensor pH, sensor cahaya BH1750, LCD, buzzer, dan koneksi WiFi diinisialisasi agar siap digunakan.
3. **Baca Sensor** : Sistem membaca data dari kedua sensor, yaitu sensor pH dan sensor cahaya.

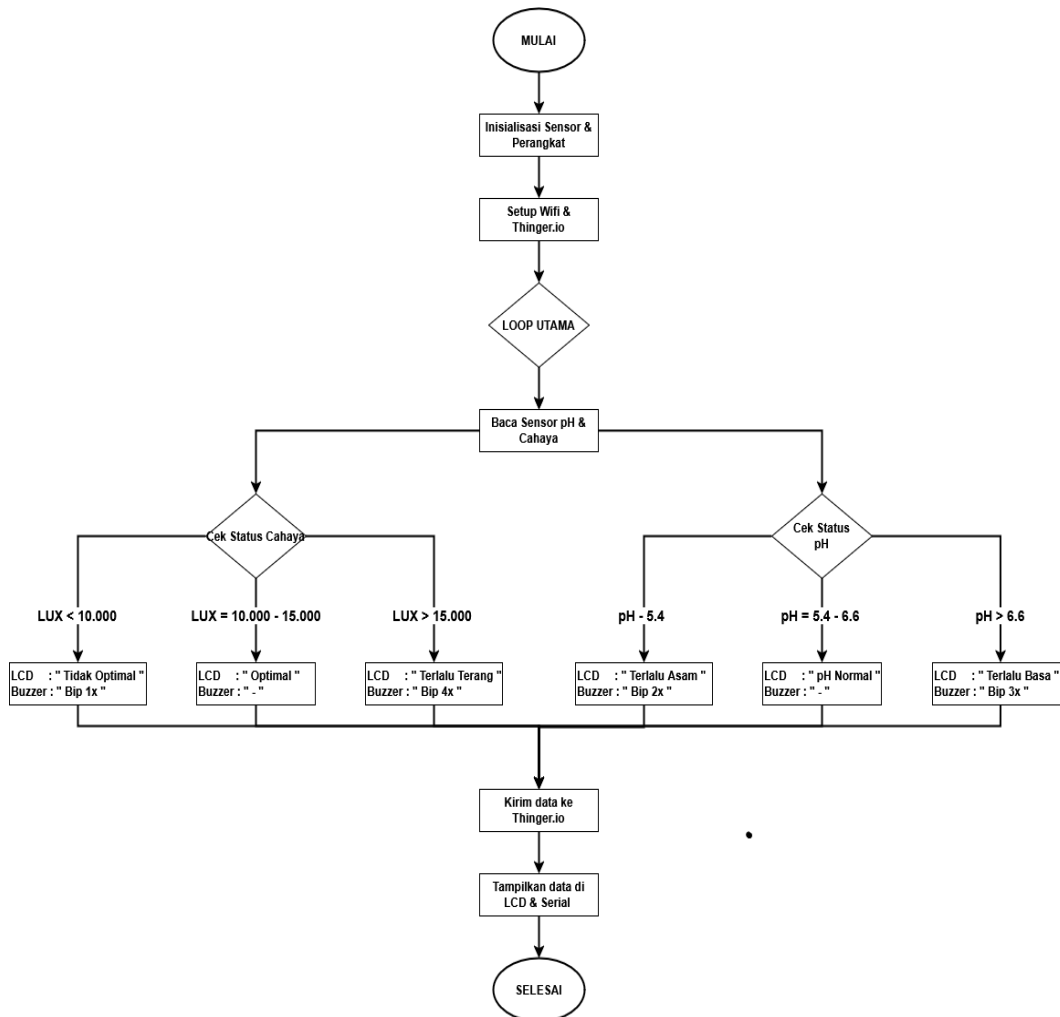
4. **Ukur Intensitas Cahaya** : Sensor BH1750 mengukur intensitas cahaya yang diterima oleh tanaman.
5. **Tentukan Status Cahaya** : Berdasarkan nilai lux yang terbaca, sistem menentukan apakah pencahayaan berada dalam kondisi ideal, terlalu terang, atau terlalu gelap.
6. **Ukur Tegangan Sensor pH** : Sensor PH-4502C membaca tegangan dari larutan air yang kemudian dikonversi menjadi nilai pH air.
7. **Tentukan Status pH** : Sistem menentukan apakah nilai pH air termasuk kategori normal, asam, atau basa.
8. **Tampilkan Data di LCD & Serial Monitor** : Nilai pH dan intensitas cahaya ditampilkan secara real-time di LCD 16x2 serta pada Serial Monitor untuk keperluan debugging atau pemantauan langsung melalui komputer.
9. **Cek Kondisi Normal?**

Sistem mengevaluasi apakah nilai pH dan intensitas cahaya berada dalam batas normal.

- **Jika YA (normal):** Sistem tidak melakukan tindakan tambahan dan tetap melakukan pemantauan.
 - **Jika TIDAK:** Sistem akan mengaktifkan langkah berikut.
10. **Aktifkan Buzzer** : Buzzer menyala sebagai tanda peringatan bahwa kondisi tanaman tidak ideal (misalnya pH terlalu asam atau cahaya terlalu kuat).
 11. **Kirim Data ke Cloud** : Data dari sensor dikirim ke platform IoT (seperti Thingier.io) agar dapat dipantau oleh pengguna melalui smartphone atau perangkat lainnya.
 12. **Selesai** : Proses pemantauan selesai untuk satu siklus dan akan terus berulang selama sistem aktif.

Setelah penjelasan Flowchart Alat diatas, kemudain Berikut gambar dan penjelasan dari Flowchart sistem :

Flowchart Sistem



Gambar 3. 4 Flowchart Sistem

Berikut penjelasan dari gambar Flowchart Alat diatas:

1. **Mulai** : Sistem diaktifkan untuk memulai proses pemantauan tanaman.
2. **Inisialisasi Sensor & Perangkat** : Semua komponen seperti sensor pH, sensor cahaya BH1750, LCD, buzzer, dan ESP32 diinisialisasi agar siap menjalankan program.

3. **Setup WiFi & Thinger.io** : ESP32 dikoneksikan ke jaringan WiFi dan disiapkan untuk terhubung ke platform Thinger.io agar dapat mengirim data ke cloud secara real-time.
4. **Loop Utama** : Sistem masuk ke dalam loop atau perulangan utama, yang terus membaca dan memproses data sensor selama sistem aktif.
5. **Baca Sensor pH & Cahaya** : ESP32 membaca nilai dari sensor BH1750 (intensitas cahaya) dan sensor PH-4502C (tingkat keasaman air).
 - **LUX < 10.000**
 LCD: “Tidak Optimal”
 Buzzer: Bip 1x
 - **LUX antara 10.000–15.000**
 LCD: “Optimal”
 Buzzer: Tidak berbunyi
 - **LUX > 15.000**
 LCD: “Terlalu Terang”
 Buzzer: Bip 4x
 - **pH < 5.4**
 LCD: “Terlalu Asam”
 Buzzer: Bip 2x
 - **pH antara 5.4–6.6**
 LCD: “pH Normal”
 Buzzer: Tidak berbunyi
 - **pH > 6.6**
 LCD: “Terlalu Basa”

Buzzer: Bip 3x

6. **Kirim Data ke Thinger.io** : Data sensor dikirim ke cloud platform Thinger.io, agar bisa diakses oleh pengguna melalui smartphone atau web.
7. **Tampilkan Data di LCD & Serial** : Nilai pH dan cahaya juga ditampilkan langsung melalui LCD 16x2 dan Serial Monitor untuk pemantauan lokal.
8. **Selesai** : Sistem menyelesaikan satu siklus pemantauan, kemudian kembali ke loop utama untuk membaca data berikutnya.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dan diskusi disajikan dalam bab ini mengenai "Sistem E - Monitoring Kesehatan Tanaman Hias berbasis Internet of things (Iot)". Dengan menggunakan sensor BH-1750 digunakan untuk memonitoring intensitas Cahaya dan sensor PH-4502C digunakan untuk memonitoring pada tanaman monstera variegata, dan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang mengolah data dan mengirimkan notifikasi secara realtime. Yang akan dikirim ke notifikasi Thinger.io dan Gmail.

Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat dapat bekerja sesuai prinsip kerja yang diinginkan atau tidak. Metode yang digunakan dalam pengujian alat ini adalah dengan melakukan pengamatan langsung pada alat yang telah dibuat dan mengamati respon yang ditunjukkan oleh alat tersebut. Hasil data yang didapat akan di tunjukkan berupa gambar, dan tabel.

4.1. Hasil Perancangan Alat

Perancangan sistem monitoring kesehatan tanaman hias Monstera Variegata ini bertujuan untuk memantau dua parameter penting, yaitu pH air dan intensitas cahaya, menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini dirancang dengan menggabungkan beberapa komponen perangkat keras (hardware) yang saling terintegrasi dan mampu mengirimkan data secara real-time ke platform pemantauan berbasis cloud, yaitu Thinger.io dan Gmail.



Gambar 4. 1 Tampilan Alat Secara Saat Terpasang Di Dekat Tanaman

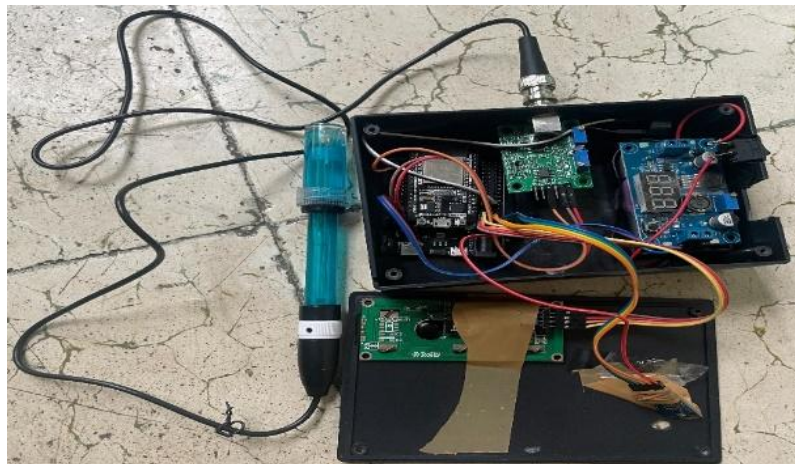
4.1.1 Komponen Utama Alat

Berikut ini adalah daftar komponen utama yang digunakan dalam perancangan system. Sistem monitoring ini menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat pengendali yang bertugas membaca data dari sensor dan mengirimkannya ke internet melalui jaringan WiFi. Untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan air pada media tanam (water propagation), digunakan sensor pH tipe PH-4502C. Sementara itu, sensor cahaya BH-1750 digunakan untuk mendeteksi intensitas pencahayaan di sekitar tanaman dengan output dalam satuan lux. Nilai-nilai yang diperoleh dari kedua sensor tersebut akan ditampilkan secara real-time pada LCD 16x2 berbasis I2C, lengkap dengan status kondisi tanaman seperti “normal”, “terlalu terang”, atau “terlalu asam”. Sebagai bentuk peringatan tambahan, sistem dilengkapi dengan buzzer yang akan menyala apabila data sensor menunjukkan kondisi di luar rentang ideal. Untuk mendukung suplai daya yang stabil dan sesuai kebutuhan, digunakan modul step-down DC LM2596S yang berfungsi menurunkan tegangan dari sumber listrik utama ke level yang dapat diterima oleh ESP32 dan sensor lainnya. Seluruh komponen ini dirakit

menggunakan breadboard dan dihubungkan dengan kabel jumper untuk memudahkan proses perakitan dan pengujian.

4.1.2 Hasil Rangkaian Alat

Perakitan alat dimulai dengan menghubungkan sensor pH ke pin GPIO 43 pada ESP32, sensor BH1750 melalui komunikasi I2C (pin GPIO 21 sebagai SDA dan GPIO 22 sebagai SCL), serta LCD I2C ke jalur yang sama. Buzzer dihubungkan ke salah satu pin digital (misalnya GPIO 13). Semua koneksi mendapat pasokan daya melalui step-down dari baterai.



Gambar 4. 2 Perancangan Alat

Sensor pH diletakkan langsung di dalam wadah air media tanam Monstera, sedangkan sensor cahaya diposisikan untuk menghadap ke arah datangnya cahaya alami atau buatan. Setelah semua komponen tersambung dan dikonfigurasi dengan benar, sistem mampu: Membaca dan menampilkan nilai sensor secara langsung melalui LCD, Memberi peringatan otomatis menggunakan buzzer saat kondisi tidak Ideal Mengirimkan data ke Thingier.io dan Gmail secara real-time agar dapat dipantau dari jarak jauh melalui internet.

4.2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan alat dalam membaca dan mengklasifikasikan nilai pH air dan intensitas cahaya, serta mengirimkan data tersebut ke Thinger.io dan Gmail secara real-time. Pengujian dilakukan dalam beberapa skenario yang disesuaikan dengan kondisi nyata yang umum terjadi dalam perawatan tanaman hias *Monstera Variegata* di lingkungan.

4.2.1 Pengujian Sensor PH - 4502C

Pengujian sensor pH air (PH-4502C) dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam membaca, mengklasifikasikan, dan memberikan notifikasi terhadap kadar keasaman atau kebasaan air pada media tanam *Monstera Variegata*. Pengujian ini bertujuan memastikan bahwa pembacaan sensor akurat dan respon sistem sesuai dengan batasan nilai pH ideal yang telah ditentukan, yaitu 5.5–6.5.

Sensor PH-4502C dipasang langsung pada wadah berisi media air (water propagation) yang digunakan untuk perbanyakan tanaman. Posisi sensor diatur sedemikian rupa agar ujung probe terendam sepenuhnya, sehingga pembacaan nilai pH lebih stabil dan representatif terhadap kondisi air secara keseluruhan. Nilai yang terbaca oleh sensor kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 untuk dikonversi menjadi satuan pH, dibandingkan dengan parameter batas ideal, lalu diklasifikasikan menjadi tiga kategori: pH Normal, Terlalu Asam, Terlalu Basa

Pengujian pada hari kedua dilakukan dengan mencatat pembacaan sensor setiap selang waktu tertentu antara pukul 20.59 hingga 22.10. Hasil pembacaan ditampilkan pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4. 1 Pengujian pH

Waktu	Hasil pH	Status pH Air	Tampilan LCD	Buzzer
20.59	8.1	Sensor Mendeteksi pH Terlalu Basa	“Terlalu Basa”	Aktif (3x)
21.30	7.8	Sensor Mendeteksi pH Terlalu Basa	“Terlalu Basa”	Aktif (3x)
21.49	8.4	Sensor Mendeteksi pH Terlalu Basa	“Terlalu Basa”	Aktif (3x)
22.01	6.1	Sensor Mendeteksi pH Terlalu Normal	“pH Normal”	Nonaktif
22.05	7.8	Sensor Mendeteksi pH Terlalu Basa	“Terlalu Basa”	Aktif (3x)
22.10	7.7	Sensor Mendeteksi pH Terlalu Basa	“Terlalu Basa”	Aktif (3x)

Berdasarkan hasil tersebut, dapat diamati bahwa mayoritas pembacaan sensor menunjukkan nilai pH di atas 6.5, yaitu pada kisaran 7.7 hingga 8.4, yang dikategorikan sebagai *Terlalu Basa*. Kondisi ini memicu sistem untuk memberikan peringatan berupa tampilan status pada LCD dan bunyi buzzer sebanyak tiga kali. Hanya pada pukul 22.01, pembacaan sensor menunjukkan pH sebesar 6.1 yang berada dalam rentang ideal sehingga LCD menampilkan “pH Normal” dan buzzer tidak aktif.

Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor PH-4502C mampu memberikan pembacaan yang konsisten terhadap perubahan pH air, serta sistem berhasil mengklasifikasikan dan memberikan peringatan sesuai logika yang telah diprogram. Dengan adanya notifikasi visual pada LCD, suara buzzer, dan integrasi data ke *dashboard* Thingier.io, pengguna dapat segera mengetahui kondisi pH air

secara real-time dan mengambil tindakan perbaikan yang diperlukan, seperti penambahan larutan penyeimbang pH atau penggantian air.

4.2.2 Pengujian Sensor BH-1750

Pengujian sensor cahaya BH-1750 dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam membaca intensitas cahaya di sekitar tanaman *Monstera Variegata* secara real-time serta memberikan respon sesuai dengan kategori yang telah ditentukan. Sensor BH-1750 dipilih karena memiliki tingkat akurasi tinggi dalam mengukur intensitas cahaya dengan satuan lux dan dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler ESP32 melalui protokol I2C. Dalam penelitian ini, intensitas cahaya dibagi menjadi tiga kategori sesuai kebutuhan tanaman *Monstera Variegata* : Cahaya Optimal , Cahaya Tidak Optimal, Cahaya Terlalu Terang

Pengujian dilakukan pada hari kedua, dengan pencatatan data secara berkala antara pukul 20.59 hingga 22.10. Hasil pembacaan sensor ditampilkan pada Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4. 2 Pengujian Cahaya

Waktu	Hasil Lux Cahaya	Status Cahaya	Tampilan LCD	Buzzer
20.59	1762	Sensor Mendeteksi Cahaya Tidak Optimal	"Tidak Optimal"	Aktif (1x)
21.30	196	Sensor Mendeteksi Cahaya Tidak Optimal	"Tidak Optimal"	Aktif (1x)
21.49	22380	Sensor Mendeteksi Cahaya Terlalu Terang	" Terlalu Terang "	Aktif (4x)
22.01	21055	Sensor Mendeteksi Cahaya Terlalu Terang	" Terlalu Terang "	Aktif (4x)
22.05	17.025	Sensor Mendeteksi Cahaya Terlalu Terang	" Terlalu Terang "	Aktif (4x)

22.10	10.325	Sensor Mendeteksi Cahaya Optimal	"Cahaya Optimal"	Nonaktif
-------	--------	----------------------------------	------------------	----------

Berdasarkan hasil tersebut, pada awal pengujian (pukul 20.59 dan 21.30) sensor mendeteksi intensitas cahaya jauh di bawah ambang optimal (< 10.000 lux), sehingga sistem memberikan status “Tidak Optimal” dengan peringatan buzzer 1 kali. Hal ini mengindikasikan bahwa tanaman menerima pencahayaan yang kurang dan memerlukan penyesuaian, seperti penambahan lampu tumbuh (*grow light*) atau memindahkan tanaman ke lokasi yang lebih terang.

Pada pukul 21.49 hingga 22.05, pembacaan sensor menunjukkan nilai lux di atas 15.000, yang masuk kategori “Terlalu Terang”. Kondisi ini memicu buzzer berbunyi 4 kali sebagai tanda peringatan bahwa intensitas cahaya terlalu tinggi dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada daun, terutama bagian variegasi putih yang rentan terbakar.

Hanya pada pukul 22.10 intensitas cahaya berada dalam kisaran optimal (10.000–15.000 lux), yaitu sebesar 10.325 lux. Pada kondisi ini, sistem menampilkan status “Cahaya Optimal” di LCD dan buzzer tidak aktif, menandakan bahwa lingkungan cahaya sesuai untuk pertumbuhan *Monstera Variegata*. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa sensor BH-1750 bekerja secara konsisten dalam mengukur intensitas cahaya dan sistem mampu mengklasifikasikan hasil pengukuran dengan tepat, memberikan peringatan melalui buzzer, serta menampilkan informasi secara real-time di LCD dan *dashboard* Thinger.io. Dengan adanya fitur ini, pengguna dapat dengan cepat melakukan tindakan korektif terhadap kondisi pencahayaan tanaman.

4.2.3 Pengujian LCD

Pengujian LCD 16x2 bertujuan untuk memastikan bahwa modul ini mampu menampilkan data hasil pembacaan sensor pH air dan intensitas cahaya secara jelas, akurat, dan real-time. LCD digunakan sebagai tampilan lokal agar pengguna dapat memantau kondisi tanaman secara langsung tanpa harus mengakses *dashboard* Thinger.io.

Dalam pengujian, LCD yang digunakan adalah tipe Liquid Crystal Display 16x2 dengan modul I2C. Modul I2C dipilih karena hanya memerlukan dua jalur komunikasi, yaitu SDA dan SCL, sehingga memudahkan proses perakitan serta mengurangi jumlah kabel yang dibutuhkan. Pada implementasinya, baris pertama LCD digunakan untuk menampilkan nilai numerik hasil pembacaan sensor pH atau sensor cahaya, sedangkan baris kedua digunakan untuk menampilkan status kondisi tanaman berdasarkan kategori yang telah diprogram, seperti “pH Normal”, “Terlalu Basa”, “Terlalu Asam”, “Cahaya Optimal”, “Tidak Optimal”, atau “Terlalu Terang”.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa LCD dapat menampilkan informasi secara langsung setiap kali sensor melakukan pembacaan. Perubahan tampilan berlangsung cepat dan responsif sesuai dengan kondisi yang terdeteksi. Misalnya, ketika pH air terukur di angka 8.1, LCD secara otomatis menampilkan “Terlalu Basa” pada baris kedua, sedangkan jika intensitas cahaya berada pada kisaran 10.325 lux, LCD akan menampilkan “Cahaya Optimal”. Tulisan pada layar terlihat jelas berkat adanya pencahayaan latar (*backlight*), sehingga tetap mudah dibaca meskipun berada di lingkungan dengan intensitas cahaya rendah.

Dari pengujian ini dapat disimpulkan bahwa LCD 16x2 dengan modul I2C berfungsi dengan baik sebagai media tampilan data, mampu memberikan informasi yang akurat dan real-time, serta memudahkan pengguna dalam memantau kondisi tanaman secara langsung di lokasi.

4.2.4 Pengujian Email

Pengujian fitur notifikasi email bertujuan untuk memastikan bahwa sistem mampu mengirimkan informasi kondisi pH air dan intensitas cahaya secara otomatis kepada pengguna ketika nilai parameter berada di luar batas normal. Proses pengiriman dilakukan melalui integrasi mikrokontroler ESP32 dengan *platform* Thinger.io, yang akan memicu pengiriman email setiap kali hasil pembacaan sensor memenuhi kriteria tertentu.

Dalam pengujian, sistem dirancang untuk mengirimkan data meliputi status pH, nilai pH hasil pembacaan sensor, nilai tegangan dari sensor pH, dan nilai intensitas cahaya (lux) dari sensor BH-1750. Notifikasi ini dikirim secara real-time ke alamat email pengguna sehingga memungkinkan pemantauan jarak jauh tanpa harus mengakses *dashboard* Thinger.io atau perangkat keras secara langsung.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap kali sensor mendeteksi nilai pH atau intensitas cahaya di luar batas yang telah ditentukan, sistem dapat mengirimkan email dengan cepat dan akurat. Informasi yang terkirim konsisten dengan data yang ditampilkan pada LCD maupun *dashboard* Thinger.io. Hal ini membuktikan bahwa fitur notifikasi email berjalan sesuai harapan dan dapat menjadi sarana peringatan dini yang efektif bagi pengguna.



Gambar 4.3 Notifikasi Menggunakan Email

4.2.5 Tampilan Dashboard Thinger.io

Dashboard Thinger.io digunakan sebagai antarmuka berbasis web untuk memantau hasil pembacaan sensor secara real-time. Melalui dashboard ini, pengguna dapat melihat informasi parameter pH air dan intensitas cahaya yang diperoleh dari sensor PH-4502C dan BH-1750. Data yang ditampilkan diperbarui secara langsung setiap kali mikrokontroler ESP32 mengirimkan pembacaan terbaru, sehingga kondisi tanaman dapat diawasi secara kontinu dari jarak jauh. Dashboard dirancang dengan tampilan sederhana namun informatif, menampilkan indikator nilai pH, intensitas cahaya (lux), serta status kondisi yang sesuai dengan parameter yang terbaca. Setiap indikator dilengkapi label dan satuan yang jelas untuk memudahkan interpretasi oleh pengguna.

Selain menampilkan data numerik, dashboard juga memiliki kemampuan merekam riwayat pembacaan sehingga memudahkan proses analisis tren perubahan pH dan intensitas cahaya dalam jangka waktu tertentu. Fitur ini sangat bermanfaat untuk mengevaluasi efektivitas perawatan tanaman dan mendeteksi potensi masalah sebelum berdampak signifikan.

Penggunaan dashboard Thinger.io terbukti memberikan kemudahan monitoring yang efisien, karena pengguna dapat mengaksesnya melalui perangkat apa pun yang memiliki koneksi internet, tanpa batasan lokasi. Integrasi ini menjadi salah satu keunggulan sistem e-monitoring yang dibangun, karena mendukung pemantauan secara fleksibel, cepat, dan akurat.



Gambar 4. 4 Notifikasi Menggunakan Thinger.io

4.3. Implementasi Coding

Implementasi coding pada sistem ini dilakukan menggunakan *Arduino IDE*. Seluruh logika program dirancang untuk mengatur proses pembacaan data dari sensor PH-4502C dan BH-1750, mengolah hasil pembacaan tersebut, serta

menampilkan dan mengirimkan informasi melalui berbagai media seperti LCD 16x2, buzzer, *dashboard* Thingier.io, dan notifikasi email.

```
// ===== KONFIGURASI WIFI =====
#define SSID "Opung Harahap"           // Nama jaringan WiFi
#define SSID_PASSWORD "H4R4H4PAJA" // Password WiFi
```

4.5 Gambar Konfigutasi WIFI

Gambar menunjukkan bagian konfigurasi WiFi pada program mikrokontroler ESP32. Pada bagian ini digunakan perintah `#define` untuk mendefinisikan dua parameter penting, yaitu SSID dan SSID_PASSWORD.

- SSID berisi nama jaringan WiFi yang akan digunakan perangkat untuk terhubung ke internet, dalam hal ini diatur menjadi "Opung Harahap".
- SID_PASSWORD berisi kata sandi untuk mengakses jaringan WiFi tersebut, diatur menjadi "H4R4H4PAJA".

Dengan mendefinisikan kedua parameter ini di awal program, proses koneksi ke jaringan WiFi dapat dilakukan secara otomatis saat perangkat dinyalakan. Konfigurasi ini sangat penting karena koneksi internet dibutuhkan untuk mengirimkan data sensor ke *dashboard* Thingier.io dan mengaktifkan fitur notifikasi email secara real-time.

```
// ===== LOOP UTAMA =====
void loop() {
  thing.handle(); // Handle koneksi Thinger.io
  // Baca dan hitung nilai pH
  TeganganPh = getAverageVoltage(ph_Pin, 10); // Baca tegangan rata-rata
  pHValue = a * pow(TeganganPh, 2) + b * TeganganPh + c; // Hitung pH
  // Baca intensitas cahaya
  lux = lightMeter.readLightLevel();
  // Tampilkan data di Serial Monitor
  Serial.print("Lux: ");
  Serial.print(lux, 0);
  Serial.print(" lux | Tegangan pH: ");
  Serial.print(TeganganPh, 4);
  Serial.print(" V | pH: ");
  Serial.println(pHValue, 2);
  // Tampilkan data di LCD - Layar 1
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("pH:");
  lcd.print(pHValue, 2); // Tampilkan pH dengan 2 desimal

  lcd.setCursor(9, 0);
  lcd.print("V:");
  lcd.print(TeganganPh, 3); // Tampilkan tegangan dengan 3 desimal

  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Lux:");
  lcd.print(lux, 0); // Tampilkan lux tanpa desimal
  delay(3000); // Jeda 3 detik
}
```

4.6 Gambar Loop Utama

Gambar merupakan bagian loop utama dari program yang berjalan secara terus-menerus selama perangkat aktif. Fungsi utama dari bagian ini adalah membaca data dari sensor, melakukan perhitungan nilai pH dan intensitas cahaya, menampilkannya secara lokal pada LCD, mengirimkan data ke *platform* Thinger.io, serta memberikan keluaran pada Serial Monitor untuk keperluan pemantauan dan debugging.

Pertama, perintah `thing.handle();` dijalankan untuk memastikan koneksi perangkat ESP32 dengan *platform* Thinger.io tetap aktif. Proses ini penting agar setiap pembaruan data dari sensor dapat langsung dikirimkan dan ditampilkan pada *dashboard* secara real-time. Tanpa perintah ini, komunikasi dengan Thinger.io bisa terputus dan data tidak akan tersinkronisasi dengan server.

Selanjutnya, dilakukan proses pembacaan nilai pH. Baris `TeganganPh = getAverageVoltage(ph_Pin, 10);` membaca tegangan rata-rata dari sensor pH PH-4502C dengan metode *sampling* sebanyak 10 kali. Pendekatan ini digunakan untuk

meminimalkan gangguan atau *noise* yang mungkin muncul pada pembacaan sensor, sehingga hasilnya lebih stabil dan akurat. Nilai tegangan yang telah diperoleh kemudian dikonversi menjadi nilai pH menggunakan rumus kalibrasi:

CopyEdit

$$\text{phValue} = a * \text{pow}(\text{TeganganPh}, 2) + b * \text{TeganganPh} + c;$$

Selain pembacaan pH, sistem juga membaca intensitas cahaya menggunakan sensor BH-1750 melalui perintah `lux = lightMeter.readLightLevel();`. Sensor ini mengukur intensitas cahaya dalam satuan lux, dan hasilnya digunakan untuk menentukan status pencahayaan tanaman, apakah berada pada kondisi optimal, terlalu terang, atau tidak optimal.

Setelah data dari kedua sensor berhasil diperoleh, nilai pH, tegangan pH, dan lux ditampilkan pada Serial Monitor menggunakan perintah `Serial.print()`. Tahapan ini bermanfaat saat proses pengujian sistem, karena memudahkan pengguna atau peneliti untuk melihat langsung data mentah yang dibaca oleh sensor tanpa melalui tampilan LCD atau *dashboard*.

Selanjutnya, data yang telah diproses ditampilkan pada LCD 16x2. Baris pertama LCD menampilkan nilai pH dengan format dua angka di belakang koma, baris kedua menampilkan tegangan sensor pH dengan tiga angka di belakang koma,

```
// ===== STATUS CAHAYA =====
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Status Cahaya:");
if (lux < 10000) {
    // Kondisi cahaya kurang
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Tidak Optimal");
    Serial.println("Status Cahaya: Tidak Optimal");
    buzzerBeep(1); // Bunyikan buzzer 1 kali
    pson data;
    data["ph"] = phValue;
    data["tegangan"] = TeganganPh;
    data["lux"] = lux;
    thing.call_endpoint("notif_cahaya_gelap", data);
} else if (lux <= 15000) {
    // Kondisi cahaya optimal
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Cahaya Optimal");
    Serial.println("Status Cahaya: Optimal");
} else {
    // Kondisi cahaya terlalu terang
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Terlalu Terang");
    Serial.println("Status Cahaya: Terlalu Terang");
    buzzerBeep(4); // Bunyikan buzzer 4 kali
    pson data;
    data["ph"] = phValue;
    data["tegangan"] = TeganganPh;
    data["lux"] = lux;
    thing.call_endpoint("notif_cahaya_terang", data);
}
delay(3000); // Jeda 3 detik
```

4.7 Gambar Status Cahaya

Potongan kode ini merupakan bagian program yang digunakan untuk menentukan status intensitas cahaya yang terbaca dari sensor BH-1750, menampilkannya pada LCD, mengaktifkan buzzer sesuai kondisi, dan mengirimkan notifikasi ke *platform* Thingier.io.

Pertama, perintah `lcd.clear()`; digunakan untuk menghapus tampilan sebelumnya pada LCD, sehingga informasi yang akan ditampilkan selanjutnya bersih dari data lama. Baris `lcd.setCursor(0, 0)`; mengatur posisi kursor pada baris pertama, kolom

pertama, lalu menampilkan teks “Status Cahaya:” sebagai label awal. Selanjutnya, kondisi intensitas cahaya dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan nilai lux:

Kondisi Cahaya Kurang (Tidak Optimal)

- Didefinisikan ketika $\text{lux} < 10000$.
- LCD menampilkan “Tidak Optimal” pada baris kedua, dan Serial Monitor menampilkan status yang sama untuk keperluan debugging.
- Fungsi `buzzerBeep(1)`; memicu buzzer berbunyi satu kali sebagai tanda peringatan.
- Data nilai pH, tegangan pH, dan lux dikemas ke dalam variabel data lalu dikirimkan ke Thingier.io melalui perintah `thing.call_endpoint("notif_cahaya_gelap", data)`; yang memicu pengiriman notifikasi email atau *alert*.

Kondisi Cahaya Optimal

- Terjadi jika nilai lux berada pada rentang $10000 \leq \text{lux} \leq 15000$.
- LCD menampilkan “Cahaya Optimal” dan Serial Monitor juga menuliskan status ini.
- Pada kondisi ini buzzer tidak diaktifkan, karena pencahayaan berada pada rentang ideal sehingga tidak diperlukan peringatan khusus.

Kondisi Cahaya Terlalu Terang

- Terjadi jika nilai lux lebih besar dari 15000.
- LCD menampilkan “Terlalu Terang” dan Serial Monitor menuliskan status yang sama.
- Fungsi `buzzerBeep(4)`; membuat buzzer berbunyi empat kali sebagai peringatan intensitas tinggi.

- Data nilai pH, tegangan pH, dan lux dikirimkan ke Thingier.io menggunakan perintah `thing.call_endpoint("notif_cahaya_terang", data);` untuk memicu notifikasi kepada pengguna.

Setelah salah satu kondisi dijalankan, program menunggu jeda selama 3 detik (`delay(3000);`) sebelum melakukan pembacaan dan evaluasi ulang. Jeda ini penting untuk memberikan waktu bagi pengguna membaca tampilan pada LCD sekaligus menghindari notifikasi yang terlalu sering.

Dengan logika ini, sistem dapat mengidentifikasi kondisi pencahayaan tanaman secara otomatis, memberikan peringatan melalui buzzer, menampilkan informasi pada LCD, dan mengirimkan notifikasi ke pengguna melalui Thingier.io. Fitur ini membantu memastikan tanaman mendapatkan pencahayaan yang sesuai untuk pertumbuhan optimal.

```
// ===== STATUS pH =====
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Status pH:");
if (phValue <= 5.4) {
  // Kondisi pH asam
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Terlalu Asam");
  Serial.println("Status pH: Asam");
  buzzerBeep(2); // Bunyikan buzzer 2 kali
  pson data;
  data["ph"] = phValue;
  data["tegangan"] = TeganganPh;
  data["lux"] = lux;
  thing.call_endpoint("notif_asam", data);
} else if (phValue > 7.1) {
  // Kondisi pH basa
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("Terlalu Basa");
  Serial.println("Status pH: Basa");
  buzzerBeep(3); // Bunyikan buzzer 3 kali
  pson data;
  data["ph"] = phValue;
  data["tegangan"] = TeganganPh;
  data["lux"] = lux;
  thing.call_endpoint("notif_basa", data);
} else {
  // Kondisi pH normal
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("pH Normal");
  Serial.println("Status pH: Normal");
}
delay(3000); // Jeda 3 detik
```

4.8 Gamba Status Ph

Potongan kode ini merupakan bagian program yang bertugas untuk menentukan status pH air, menampilkannya pada LCD, mengaktifkan buzzer sebagai peringatan, dan mengirimkan notifikasi ke *platform* Thingier.io.

Pertama, perintah `lcd.clear();` digunakan untuk membersihkan layar LCD dari tampilan sebelumnya. Kemudian `lcd.setCursor(0, 0);` memposisikan kursor pada baris pertama kolom pertama untuk menampilkan teks “Status pH:” sebagai label awal.

Selanjutnya, sistem melakukan pemeriksaan nilai pH (`phValue`) yang terbaca dari sensor PH-4502C. Nilai ini diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama:

Kondisi pH Asam

- Didefinisikan jika $phValue \leq 5.4$.
- LCD menampilkan “Terlalu Asam” dan Serial Monitor menampilkan pesan “Status pH: Asam” untuk keperluan debugging.
- Fungsi `buzzerBeep(2);` digunakan untuk membunyikan buzzer sebanyak dua kali sebagai tanda peringatan.
- Data pH, tegangan pH, dan nilai lux dimasukkan ke dalam variabel data dan dikirimkan ke Thingier.io menggunakan perintah `thing.call_endpoint("notif_asam", data);` untuk memicu pengiriman notifikasi kepada pengguna.

Kondisi pH Basa

- Terjadi jika $phValue > 7.1$.
- LCD menampilkan “Terlalu Basa” dan Serial Monitor menampilkan pesan “Status pH: Basa”.

- Fungsi `buzzerBeep(3);` membunyikan buzzer sebanyak tiga kali untuk menandai kondisi basa.
- Data yang sama seperti sebelumnya dikirim ke Thingier.io melalui perintah `thing.call_endpoint("notif_basa", data);`.

Kondisi pH Normal

- Terjadi jika nilai pH berada di antara 5.4 dan 7.1.
- LCD menampilkan “pH Normal” dan Serial Monitor menampilkan pesan “Status pH: Normal”.
- Pada kondisi ini buzzer tidak diaktifkan, karena kondisi pH dianggap sesuai dengan batas aman untuk tanaman.

Di akhir setiap pengecekan status, program memberikan jeda selama 3 detik (`delay(3000);`) sebelum melakukan pembacaan ulang. Hal ini bertujuan untuk memberikan waktu bagi pengguna membaca informasi pada LCD, sekaligus menghindari perubahan tampilan yang terlalu cepat.

Dengan pengaturan ini, sistem dapat secara otomatis memantau kondisi pH air secara berkelanjutan, memberikan peringatan melalui buzzer, menampilkan status pada LCD, dan mengirimkan notifikasi jarak jauh melalui Thingier.io. Fitur ini memudahkan pengguna untuk segera melakukan tindakan korektif apabila kondisi pH tidak sesuai.

4.4. Pembahasan Hasil Pengujian Sistem

Berdasarkan hasil pengujian sistem e-monitoring yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem telah bekerja sesuai dengan tujuan perancangan, yaitu memantau kondisi pH air dan intensitas cahaya secara real-time pada tanaman hias *Monstera Variegata* dalam media air.

1. Akurasi Pembacaan Sensor pH4502C

Sensor pH PH-4502C berhasil membaca nilai pH air dengan cukup akurat dalam kisaran 5.0 hingga 7.0. Saat diuji dengan berbagai larutan air, pembacaan sensor menunjukkan nilai yang konsisten. Output pada LCD dan buzzer pun memberikan peringatan sesuai dengan rentang pH ideal *Monstera Variegata*, yaitu antara 5.5. Jika nilai pH terlalu asam atau terlalu basa, buzzer akan menyala sebagai sinyal peringatan bagi pengguna.

2. Respons Sensor Cahaya BH1750

Sensor BH1750 mampu mendeteksi intensitas cahaya secara presisi dan memberikan nilai lux yang stabil, baik dalam kondisi cahaya rendah maupun tinggi. Berdasarkan pengujian, nilai ideal cahaya bagi tanaman *Monstera Variegata* berada di kisaran 10.000–15.000 lux. Sensor mampu membedakan dengan baik antara kondisi cahaya yang kurang, optimal, dan terlalu terang, dan menyesuaikan output LCD dan buzzer sesuai logika program.

3. Respons Sistem Keseluruhan

Seluruh rangkaian sistem, mulai dari pembacaan sensor hingga pengiriman data ke platform Thingier.io dan Gmail, berjalan dengan lancar. Sistem mampu

mengirimkan data sensor ke dashboard Thinger.io secara real-time. Pengguna dapat memantau grafik nilai pH dan intensitas cahaya melalui dashboard, yang sangat membantu dalam pengambilan keputusan cepat terhadap perawatan tanaman.

4. Output Visual dan Indikator Peringatan

LCD 16x2 menampilkan data pembacaan sensor dan status tanaman secara langsung. Notifikasi berbasis buzzer juga berhasil memberikan peringatan saat kondisi pH dan cahaya tidak sesuai dengan rentang ideal. Sistem ini mempermudah pengguna untuk mengetahui kondisi tanaman secara instan, bahkan tanpa harus membuka aplikasi atau dashboard.

5. Kesesuaian dengan Tujuan Penelitian

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem e-monitoring ini berhasil menjawab seluruh rumusan masalah dan tujuan penelitian:

- 1) Sistem mampu membaca dan memantau pH air dan cahaya secara real-time.
- 2) Sistem memberikan informasi yang akurat dan responsif melalui LCD, buzzer, dan Thinger.io dan Gmail.
- 3) Sistem membantu pengguna dalam perawatan tanaman *Monstera Variegata* secara efisien, terutama untuk pemantauan harian tanpa harus mengecek secara manual.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai “Sistem E-Monitoring Kesehatan Tanaman Hias Berbasis IoT untuk Monstera Variegata dalam Media Air”, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penelitian ini berhasil merancang dan membangun sistem e-monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang mampu memantau kondisi pH air dan intensitas cahaya secara real-time dengan menggunakan sensor pH PH-4502C dan sensor cahaya BH1750. Data yang diperoleh ditampilkan melalui LCD 16x2 dan dikirim secara otomatis ke platform Thinger.io serta notifikasi Gmail untuk memudahkan pengguna dalam memantau kondisi tanaman.
2. Berdasarkan hasil pengujian di lingkungan nyata (Green House Malika Plants), sistem mampu membaca dan mengklasifikasikan status pH dan intensitas cahaya dengan baik sesuai kategori (normal, terlalu terang, terlalu asam, atau terlalu basa). Sistem juga memberikan peringatan berupa suara buzzer dan tampilan indikator di LCD yang responsif terhadap perubahan kondisi lingkungan tanaman.
3. Sistem ini terbukti membantu pengguna, terutama pemilik tanaman dengan aktivitas padat, dalam melakukan pemantauan secara efisien dan tanpa harus melakukan pengecekan manual setiap waktu. Dengan demikian, sistem ini

mampu mengurangi risiko tanaman mengalami stres akibat lingkungan yang tidak ideal dan meningkatkan kualitas perawatan tanaman *Monstera Variegata*.

4. Dengan adanya sistem e-monitoring ini, diharapkan perawatan tanaman hias, khususnya dengan metode water propagation, dapat dilakukan secara lebih tepat, modern, dan berbasis data real-time. Sistem ini juga memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dan diterapkan pada jenis tanaman lain atau media tanam yang berbeda dengan menambahkan fitur dan parameter pemantauan lainnya.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan sistem e-monitoring ini ke depannya:

1. Disarankan agar sistem dikembangkan dengan menambahkan sensor-sensor tambahan seperti sensor suhu air, kelembaban udara, dan kadar nutrisi dalam air. Penambahan parameter ini akan memperluas cakupan pemantauan dan memberikan informasi lingkungan yang lebih lengkap serta akurat bagi pengguna dalam merawat tanaman secara optimal.
2. Sistem monitoring dapat ditingkatkan dengan penambahan komponen aktuator, seperti pompa otomatis untuk penyesuaian pH air atau lampu LED grow light yang dikendalikan berdasarkan nilai sensor. Dengan adanya fitur ini, sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat pemantau, tetapi juga mampu merespons secara otomatis terhadap kondisi lingkungan yang tidak ideal.
3. Untuk menguji stabilitas dan efektivitas sistem secara menyeluruh, disarankan agar pengujian dilakukan pada jenis tanaman lain, media tanam berbeda, serta pada lingkungan dengan skala yang lebih besar seperti rumah kaca komersial, kebun vertikal, atau lingkungan komunitas tanaman hias.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, R. L. (2020). Sistem Pengendali Ph Air Dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik Menggunakan Fuzzy Logic Berbasis Iot Sistem Pengendali Ph Air Dan Pemantauan Lingkungan Tanaman Hidroponik. *Elinvo (Electronics, Informatics, And Vocational Education) Volume*, 5(1), 11–20. [Https://Doi.Org/10.21831/Elinvo.V5i1.34587](https://doi.org/10.21831/Elinvo.V5i1.34587)
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2015). The Internet Of Things : A Survey. *Elsevier*, (May). [Https://Doi.Org/10.1016/J.Comnet.2010.05.010](https://doi.org/10.1016/J.Comnet.2010.05.010)
- Barkah, M., Dwitanto, F., & Utami, D. (2020). POLA PERILAKU PENGEMAR TANAMAN HIAS DI MASA PANDEMI COVID-19. *Ejournal UNESA*, 121–130.
- Cahyono, E. D. (2024). Simulasi Rancang Bangun Alat Ph Balancer Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Arduino Uno. *Seminar Nasional Fortel Regional* 7, 296–301.
- Dwimahyani, I., & Gandanegara, S. (2021). PERBANYAKAN TANAMAN KRISAN (Chrysanthemum Morifolium) MELALUI KULTUR JARINGAN [Vegetative Propagation Of Chrysant By Tissue Culture Technique]. *Berita Biologi*, 5(4), 413–419.
- Efendi, E., & Loppies, Y. (2022). *Teknik Pemuliaan Tanaman Untuk Pertanian Berkelanjutan*.
- Eslava, H., Rojas, L. A., & Pereira, R. (2015). Implementation Of Machine-To-Machine Solutions Using MQTT Protocol In Internet Of Things (Iot) Environment To Improve Automation Process For Electrical Distribution Substations In Colombia. *Journal Of Power And Energy Engineering*, (April), 92–96.
- Kartikaningrum, S. (2005). Pengaruh Ph Me Dia Terhadap Pertumbuhan Plantlet Anggrek Den Dro Bium. *J. Hort*, 15(1), 18–21.
- Khodadadi, F., & Dastjerdi, A. V. (N.D.). *Internet Of Things : An Overview*.
- Larasati, N., Sumarwan, U., & Nurhayati, P. (2024). THE FACTORS INFLUENCING THE PURCHASE OF ORNAMENTAL PLANTS (CASE STUDY OF MONSTERA AND PHILODENDRON PRODUCTS). *Business Review And Case Studies*, 5(1), 134–146.

- Madani, N. S., Zulfahmi, M. D., & Sinarudia, L. E. (2024). Analisis Penerapan Internet Of Things: Systematic Literature Review. *Journal.Rekayasainformatika*, 1(2), 3–8.
- Megawati, S. (2021). Pengembangan Sistem Teknologi Internet Of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia. *Journal Of Information Engineering And Educational Technology*, 5(1), 19–26. <https://doi.org/10.26740/Jieet.V5n1.P19-26>
- Muafani. (2020). PEMANFAATAN INTERNET OF THINGS (IOT) PEMANFAATAN INTERNET OF THINGS (IOT). *Jurnal Ilmiah Arsitektur*, 10(2), 61–66.
- Nurdin, M., Muslih, M., Rizki, N., Utami, E. M., Al-Ayyubi, S., Informatika, J. T., ... Putra, U. N. (2019). PERENCANAAN PRODUKSI E-MONITORING DENGAN. *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, 5(2), 26–33.
- Pamungkas, M., & Rohmah, Y. S. (2015). Perancangan Dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya. *Jurnal ELKOMIKA*, 3(2), 120–132.
- Rey, G. D. (2018). Inducing Impaired Attention Within The Seductive Detail Effect : Do Already Distracted Learners Suffer More? *Fakultät Für Kultur-Und Sozialwissenschaften*, (March 2013).
- Rinaldy, A., Nasution, Y., & Friska, M. (2024). Pengaruh Pemberian Air Cucian Beras Dan Pupuk Organik Cair (POC) Terhadap Pertumbuhan Stek Tanaman Jambu Air Madu. *Jurnal Agro-Livestock*, 2(2), 65–73.
- Savitri, C. E., & Is, N. P. (2022). Sistem Monitoring Parkir Mobil Berbasis Mikrokontroler Esp32 ESP32 Based Car Parking Monitoring System. *Jurnal Ampere*, 7(2), 135–144.
- Suhaimi, A., Umam, K., & Sandra, E. (2023). Induksi Mutasi Monstera Adansonii Untuk Menghasilkan Variegata Secara Ex Vitro Induction Of Mutations To Monstera Adansonii To Obtain Variegata Through Ex Vitro Pendahuluan Metode Penelitian. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 8(May 2022), 91–98.
- Tembusai, Z. R., & Armando, B. (2024). Sistem Monitoring Kualitas Tanah Tanaman Hias Berbasis Iot Dengan Sensor Ph. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(2), 2030–2035.

- Trista, R. T. (2022). Jurnal Sains Dan Teknologi Widyaloka Peran Internet Of Things (Iot) Dalam Industri 4 . 0 Jurnal Sains Dan Teknologi Widyaloka. *Jurnal Sains Dan Teknologi Widyaloka*, 1, 235–241.
- Turyadi, I. U., Johan, F., & Widyanto, D. (2021). Jurnal Teknologi Dan Manajemen Informatika Analisa Dukungan Internet Of Things (Iot) Terhadap Peran Intelegen Dalam Pengamanan Daerah Maritim Indonesia Wilayah Timur. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Informatika*, 7(1), 29–39.
- Wijaya, A., Fathurrohman, R., Roudhotusyarifah, I., & Ibrahim. (2019). Efektivitas Strategi Pengelolaan Kelas Pada Generasi Milenial. *Jurnal Pendidikan*, 6(2), 94–101.
- Wulantika, N., Tasmi, & Maulana, R. (2024). PENJEMURAN GABAH BERBASIS TELEGRAM BERDASARKAN SENSOR BH1750 (SENSOR CAHAYA) DAN RAIN DROP SENSOR (SENSOR HUJAN). *Uigm Journal*, 1750.