

LAPORAN TUGAS AKHIR
SMART FARMING TANAMAN MELON HIDROPONIK SISTEM
NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) BERBASIS IOT
MENGGUNAKAN BLYNK DAN ESP32 DI OSAKA99 AGRO FARM –
OEMAH HIDROPONIK PATI UTARA



Penyusun:

Hafizh Tyanz Al-Ghifary (30602100022)
Muhammad Syahrul Ma'ruf (30602100011)
Achmad Miftah Royyan (30602100054)

Program Studi Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Sultan Agung

Semarang

2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hafizh Tyanz Al Ghifary
NIM : 30602100022
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir yang diajukan dengan judul **“SMART FARMING TANAMAN MELON HIDROPONIK SISTEM NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) BERBASIS IOT MENGGUNAKAN BLYNK DAN ESP32 DI OSAKA99 AGRO FARM – OEMAH HIDROPONIK PATI UTARA”** adalah hasil karya sendiri, tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi lain maupun ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam daftar pustaka. Tugas Akhir ini adalah milik saya segala bentuk kesalahan dan kekeliruan dalam Tugas Akhir ini adalah tanggung jawab saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

Semarang, 13 Agustus 2025

Yang Menyatakan



Hafizh Tyanz Al Ghifary

LEMBAR PENGESAHAN

SMART FARMING TANAMAN MELON HIDROPONIK SISTEM NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) BERBASIS IOT MENGGUNAKAN BLYNK DAN ESP32 DI OSAKA99 AGRO FARM – OEMAH HIDROPONIK PATI UTARA

Penyusun:

Hafizh Tyanz Al Ghifary (30602100022)
Muhammad Syahrul Ma'ruf (30602100011)
Achmad Miftah Royyan (30602100054)

Semarang, 13 Agustus 2025

Dosen Pembimbing


Dr. Gunawan, ST., MT
NIDN. 0607117101

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, ST., MT.
NIK. 210615047

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul “SMART FARMING TANAMAN MELON HIDROPONIK SISTEM NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) BERBASIS IOT MENGGUNAKAN BLYNK DAN ESP32 DI OSAKA99 AGRO FARM – OEMAH HIDROPONIK PATI UTARA” ini telah dipertahankan di depan Penguji sidang Tugas Akhir pada:

Hari : Rabu
Tanggal : 13 Agustus 2025

Tim Penguji

Tanda Tangan

Ir. Budi Pramono Jati, M.T.

NIK : 0623126501

Ketua dan Penguji I

Jenny Putri Hapsari, S.T., M.T.

NIDN : 210615047

Penguji II

Dr. Gunawan, S.T., M.T.

NIDN : 0607117101

Pembimbing

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN.....	ii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
RINGKASAN	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah	1
1.2 Latar Belakang Mitra	4
1.3 Profil Mitra/Pengelola.....	9
1.4 Rumusan Masalah	9
1.5 Tujuan	9
1.6 Batasan Masalah	10
1.7 Batasan Realistis Aspek Keteknikan	10
BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM.....	11
2.1 Studi Literatur dan Observasi	11
2.2 Dasar Teori.....	15
2.2.1 Mikrokontroler ESP32	15
2.2.2 ESP32 <i>Expansion Board</i>	16
2.2.3 Sensor PH SEN0161-V2	17
2.2.4 Sensor Suhu DHT22.....	25
2.2.5 Sensor <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS).....	33
2.2.6 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	36
2.2.7 Relay.....	38
2.2.8 Pompa Peristaltik.....	39
2.2.9 Catu Daya (<i>Power Supply</i>)	40
2.2.10 <i>Software</i> Blynk.....	41
2.3 Analisis Stakeholder	44
2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem	45
2.4.1. Aspek Teknis	45
2.4.2. Aspek Agronomi	45

2.4.3. Aspek keamanan dan keandalan	45
2.4.4. Aspek Ekonomi	45
2.4.5. Aspek Sosial dan Manajemen	46
2.4.6. Aspek Lingkungan	46
2.5 Spesifikasi Sistem	46
BAB 3. USULAN SOLUSI	47
3.1 Usulan Solusi	50
3.1.1 Desain Sistem.....	50
3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem	60
3.1.3 Analisis Risiko Desain	61
3.1.3.1 Aspek Engineering.....	61
3.1.3.2 Aspek Sosial	61
3.1.4 Pengukuran Performa.....	61
3.2 Gantt Chart.....	62
3.3 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1	64
BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN.....	67
4.1 Hasil Rancangan Sistem	67
4.1.1 Rangkaian Elektronik.....	67
4.1.2 Gambar Desain Tiga Dimensi (3D)	72
4.1.3 Software atau Interface.....	74
4.1.4 Bentuk Alat dari Rancangan.....	79
4.2 Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan	80
4.2.1 Parameter yang Diukur	81
4.2.2 Definisi Kriteria Kinerja	82
4.2.3 Langkah Pengukuran.....	82
BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS.....	84
5.1 Analisis Hasil	84
5.1.1 Hasil Analisis Pengujian Indikator.....	84
5.1.1.1 Uji Ketepatan Sensor pH	84
5.1.1.2 Uji Ketepatan Sensor DHT22	86
5.1.1.3 Uji Ketepatan Sensor <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS).....	88

5.1.1.4 Uji Respon Otomatisasi Sistem Terhadap Sensor TDS.....	89
5.1.1.5 Pengujian Konektivitas IoT Aplikasi Blynk.....	91
5.1.2 Pemenuhan Spesifikasi Sistem.....	92
5.1.3 Pengalaman Pengguna.....	96
5.1.4 Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya	97
5.2 Dampak Implementasi Sistem	100
5.2.1 Bidang Teknologi.....	100
5.2.2 Bidang Sosial	101
5.2.3 Bidang Ekonomi	101
5.2.4 Bidang Lingkungan.....	101
5.3 Rencana Implementasi Teknologi Oleh Mitra.....	102
5.4 Manfaat yang Diharapkan.....	103
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	104
6.1 Kesimpulan	104
6.2 Saran	105
DAFTAR PUSTAKA	106



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Osaka 99 Hydro Farm	4
Gambar 1.2 Ilustrasi Hidroponik Sistem NFT	5
Gambar 1.3 Contoh Hidroponik Sistem NFT	5
Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32	15
Gambar 2.2 <i>Expansion Board</i> ESP32	16
Gambar 2.3 Program Kalibrasi pH.....	18
Gambar 2.4 Sensor PH SEN0161-V2	18
Gambar 2.5 Elektroda Kaca	20
Gambar 2.6 Pertukaran Ion Hidrogen	21
Gambar 2.7 Struktur Elektroda pH secara umum	22
Gambar 2.8 Membran Kaca	23
Gambar 2.9 Sensor Suhu DHT22	26
Gambar 2.10 Isi Komponen DHT11 dan DHT22	27
Gambar 2.11 Struktur internal sensor suhu.....	28
Gambar 2.12 Karakteristik NTC	28
Gambar 2.13 Pin DHT11 dan DHT22	29
Gambar 2.14 rata-rata ppm tap water.....	33
Gambar 2.15 Sensor TDS	34
Gambar 2.16 muatan listrik padatan terlarut.....	35
Gambar 2.17 Gravity Analog TDS sensor	35
Gambar 2.18 LCD.....	37
Gambar 2.19 Relay.....	38
Gambar 2.20 Pompa Peristaltik.....	39
Gambar 2.21 Power Supply	40
Gambar 2.22 Komunikasi Blynk.....	41
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem	50
Gambar 3.2 Flowchart proses cara kerja sistem.....	51
Gambar 3.3 Flowchart <i>Software</i>	52
Gambar 3.4 Penampakan Reservoir di Greenhouse.....	53
Gambar 3.5 Kondisi dalam Greenhouse	54

Gambar 3.6 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak luar.....	54
Gambar 3.7 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak atas.....	55
Gambar 3.8 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak sumur dan alat	55
Gambar 3.9 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak kotak pompa dan wadah nutrisi	56
Gambar 3.10 Desain rangkaian sistem.....	57
Gambar 3.11 Tampilan Aplikasi Blynk	59
Gambar 4.1 Rangkaian Elektronik menggunakan Fritzing.....	68
Gambar 4.2 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak luar.....	72
Gambar 4.3 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak atas.....	73
Gambar 4.4 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak sumur dan alat	73
Gambar 4.5 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak kotak pompa dan wadah nutrisi	74
Gambar 4.6 Virtual PIN dalam Blynk Cloud.....	78
Gambar 4.7 Interface Aplikasi	79
Gambar 4.8 Bentuk Alat tampak depan	80
Gambar 4.9 Bentuk Alat tampak atas	80
Gambar 5.1 Grafik hasil pengujian ketepatan sensor pH.....	86
Gambar 5.2 Grafik hasil pengujian ketepatan sensor DHT22	87
Gambar 5.3 Grafik hasil pengujian ketepatan sensor TDS	89
Gambar 5.4 Realisasi Pemasangan air di sumur reservoir	94
Gambar 5.5 Tampilan layar LCD 16x2 dengan modul I2C.....	95
Gambar 5.6 Box Pompa Peristaltik.....	96

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Perbandingan Pertanian Konvensional dengan Pertanian Hidroponik	2
Tabel 1.2 Hasil Survey dengan Mitra (Petani Melon Hidroponik).....	7
Tabel 2.1 Studi Literatur	11
Tabel 2.2 Analisis <i>Stakeholder</i>	44
Tabel 3.1 Pengujian Sistem	49
Tabel 3.2 Inventarisasi Kebutuhan Sistem.....	58
Tabel 3.3 Rancangan Anggaran Biaya Sistem.....	60
Tabel 3.4 Gantt chart pelaksanaan capstone	62
Tabel 3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1	64
Tabel 4.1 Komponen yang dibutuhkan	68
Tabel 5.1 Pengujian Ketepatan Sensor pH.....	84
Tabel 5.2 Pengujian Ketepatan Sensor DHT22	86
Tabel 5.3 Pengujian Ketepatan Sensor TDS	88
Tabel 5.4 Pengujian Respon Otomatisasi Sistem Terhadap Sensor TDS	90
Tabel 5.5 Pengujian Konektivitas IoT Aplikasi Blynk	91
Tabel 5.6 Data perbedaan spesifikasi sistem antara usulan dan realisasi	93
Tabel 5.7 Hasil Data Pengalaman Penggunaan Sistem.....	96
Tabel 5.8 Kesesuaian perencanaan dan realisasinya.....	97
Tabel 5.9 Kesesuaian antara RAB dan Realisasinya	98
Tabel 5.10 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design Tugas Akhir 2.	99
Tabel 5.11 Pengadaan Alat	102

RINGKASAN

Pertanian modern menghadapi tantangan dalam menjaga kualitas lingkungan tumbuh tanaman hidroponik, khususnya melon, yang sangat dipengaruhi oleh faktor suhu, pH, dan kandungan nutrisi larutan. Permasalahan utama yang dihadapi petani hidroponik adalah sulitnya melakukan pemantauan dan pengendalian parameter tersebut secara akurat dan real-time. Untuk menjawab permasalahan tersebut, penelitian ini merancang dan membangun sistem smart farming berbasis IoT yang mampu memantau dan mengendalikan kondisi hidroponik tanaman melon.

Sistem yang dikembangkan membahas tentang integrasi sensor suhu (DHT22), sensor pH, dan sensor TDS untuk membaca kondisi larutan nutrisi, serta penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai pengolah data yang terhubung dengan aplikasi Blynk IoT untuk pemantauan jarak jauh. Selain itu, sistem juga dilengkapi aktuator pompa peristaltik yang berfungsi menstabilkan pH dan nutrisi sesuai kebutuhan tanaman.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor-sensor yang digunakan memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan error rata-rata 2–5%, sedangkan sistem kontrol otomatis mampu menjaga parameter hidroponik dalam kisaran optimal pertumbuhan melon. Implementasi sistem smart farming ini terbukti dapat meningkatkan efisiensi pemantauan secara real-time dan memudahkan pengendalian pompa untuk penambahan nutrisi melalui aplikasi yang bisa dicek dan dikontrol dari jarak yang jauh.

Keywords: ESP32, Hidroponik, IoT, Melon, NFT, Smart Farming

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Identifikasi Masalah

Pertanian merupakan salah satu sektor yang berperan besar dalam perekonomian di Indonesia. Umumnya, sektor pertanian di Indonesia dibagi menjadi dua jenis berdasarkan skala per 1 meter, yaitu perkebunan besar (baik milik negara maupun perusahaan swasta) dan produksi petani kecil yang kebanyakan berupa rumah tangga yang melakukan pertanian tradisional. Perkebunan besar cenderung fokus pada komoditas ekspor; seperti minyak sawit dan karet, sementara petani skala kecil fokus pada komoditas hortikultura untuk memasok konsumsi makanan masyarakat lokal dan regional, seperti beras, kedelai, jagung, buah-buahan, dan sayur-sayuran [1].

Seiring dengan perkembangan zaman yang kini melaju sangat pesat, dunia pertanian juga memiliki inovasi. Salah satunya sistem hidroponik, pertanian sistem hidroponik adalah metode budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media tumbuh, melainkan memanfaatkan air yang diperkaya dengan nutrisi esensial. Teknik ini memungkinkan tanaman memperoleh unsur hara secara langsung, sehingga meningkatkan efisiensi pertumbuhan hasil panen. Hidroponik cocok diterapkan di area dengan lahan terbatas, seperti perkotaan, karena dapat dilakukan secara vertikal atau di dalam ruangan dengan bantuan lampu untuk tumbuh. Selain itu, sistem ini lebih ramah lingkungan karena mengurangi penggunaan air hingga 90% dibandingkan pertanian konvensional, serta meminimalisir penggunaan pestisida dan herbisida. Hasilnya, hidroponik menghasilkan produk pertanian berkualitas tinggi, segar, dan sehat [2]. Tabel 1.1 di bawah ini adalah tabel perbandingan antara pertanian konvensional dengan pertanian hidroponik.

Tabel 1.1 Perbandingan Pertanian Konvensional dengan Pertanian Hidroponik

Pertanian Konvensional	Pertanian Hidroponik
Media tumbuh yang digunakan pertanian konvensional adalah tanah yang menyediakan nutrisi alami bagi tanaman melalui mikroorganisme	Media tumbuh yang digunakan pertanian hidroponik adalah air yang diperkaya dengan nutrisi, atau substrat seperti <i>rockwool</i> dan <i>cocopeat</i> , sehingga tanaman mendapatkan nutrisi secara langsung
Metode konvensional membutuhkan lebih banyak air karena adanya penguapan, perkolasi ke tanah, dan limpasan air	Metode hidroponik lebih hemat air, menggunakan hingga 90% lebih sedikit dibandingkan metode konvensional karena sistem tertutup yang mendaur ulang air
Metode konvensional membutuhkan lahan yang luas dan sering kali hanya dapat dilakukan di lokasi tertentu dengan tanah yang subur	Metode hidroponik bisa dilakukan di lahan yang terbatas, karena bisa dilakukan secara vertikal di ruang yang terbatas
Pertumbuhan tanaman yang didapat dari metode ini sangat bergantung pada kondisi lingkungan seperti cuaca, musim, dan kualitas tanah	Pertumbuhan tanaman yang didapat dari metode ini lebih cepat karena kita dapat mengontrolnya secara langsung, mulai dari pemberian nutrisi hingga kondisi lingkungannya
Metode konvensional biasanya membutuhkan lebih banyak pupuk dan pestisida untuk menjaga kesuburan tanah dan mengendalikan hama	Metode hidroponik lebih sedikit menggunakan pestisida karena lingkungan yang terkontrol meminimalkan resiko serangan hama
Biaya yang dikeluarkan untuk metode konvensional ini lebih rendah di awal tetapi membutuhkan biaya	Biaya yang dikeluarkan untuk metode hidroponik memang lebih tinggi karena untuk instalasi sistem, tetapi

Pertanian Konvensional	Pertanian Hidroponik
pemeliharaan tanah dan pestisida secara berkelanjutan	efisien dalam jangka panjang karena pengurangan penggunaan air dan pupuk

Pertanian hidroponik biasanya sering diaplikasikan untuk buah-buahan. Salah satunya melon, karena melon adalah salah satu buah manis yang cukup populer di kalangan internasional. Buah ini memiliki rasa yang manis dan segar, serta kaya akan nutrisi. Untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal, pertanian dengan sistem hidroponik adalah jawabannya, karena dengan sistem hidroponik kita bisa mengontrol nutrisi dan kondisi lingkungannya sehingga mendapatkan hasil yang maksimal dari buah yang ditanam. Namun, budidaya melon dapat menjadi sulit karena tanaman ini membutuhkan perawatan yang cermat, termasuk pengairan yang tepat [3].

Untuk mengatasi masalah ini, telah dikembangkan *smart farming* yang dapat memantau dan mengontrol kondisi lingkungan di sekitar tanaman melon. Sistem ini menggunakan sensor untuk mengukur PH Air, serta kontrol nutrisi dari tumbuhan melon itu sendiri. Data ini kemudian diproses oleh mikrokontroler yang akan mengatur sistem *smart farming* secara otomatis.

Smart farming yang akan diterapkan adalah untuk Hidroponik dengan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT). Konsep dasar sistem NFT hidroponik adalah suatu metode budidaya tanaman dengan akar tanaman yang tumbuh di dangkal dan bersirkulasi lapisan hara, sehingga tanaman dapat memperoleh cukup air, unsur hara dan oksigen. Tanaman tumbuh di lapisan dengan polietilen. Akar tanaman terendam air yang mengandung larutan nutrisi yang tersirkulasi secara terus menerus dengan pompa. Daerah perakaran pada larutan hara dapat berkembang dan tumbuh pada larutan hara yang dangkal sehingga pucuk akar tanaman berada pada permukaan antara larutan hara dan styrofoam, dengan adanya bagian akar ini di udara memungkinkan tercukupinya oksigen dan cukup untuk pertumbuhan normal [4].

Salah satu sistem pertanian cerdas yang dapat digunakan untuk budidaya melon adalah sistem yang berbasis pada NodeMCU ESP32, sensor suhu DHT22,

sensor PH SEN0161-V2, dan sensor TDS. Sistem ini dapat diprogram untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan di sekitar tanaman melon secara otomatis.

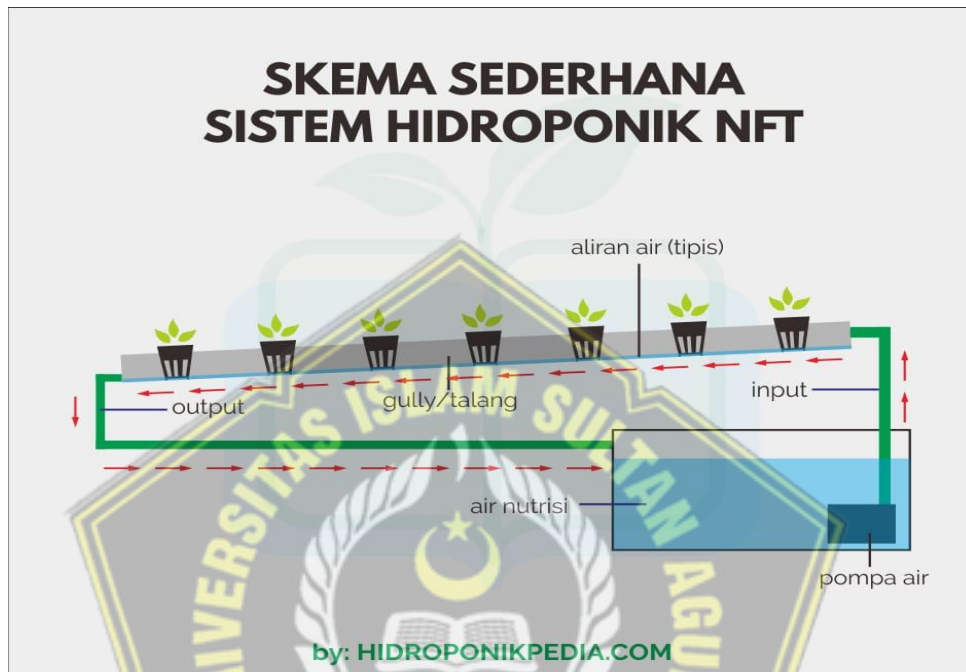
1.2 Latar Belakang Mitra



Gambar 1.1 Osaka 99 Hydro Farm [5]

Osaka99 Agro Farm – Oemah Hidroponik Pati Utara merupakan sebuah usaha pertanian modern yang berfokus pada budidaya melon *premium* menggunakan sistem hidroponik. Sudah beroperasi sejak Desember 2023, usaha ini berlokasi di Desa Margotuhu Kidul, Kecamatan Margoyoso, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Pemiliknya bernama mas Muballigh yang mempunyai beberapa rekan untuk menjalankan pertanian hidroponiknya, untuk ketua kebun di ketuai oleh mas Aris yang memiliki tanggung jawab penuh terhadap pengoperasian hidroponik, ada mas Alga yang bertugas untuk pruning tanaman, polinasi, serta seleksi buah pada saat panen, ada mas Didin yang bertugas untuk pembersihan hidroponik, ada mas Fian yang bertanggung jawab jika ada kerusakan pada hidroponik. Untuk luas per bangunan hidroponik di osaka99 Agro Farm adalah $8 \times 34 \text{ m}^2$ dan disana ada 3 hidroponik yang sudah beroperasi sejak awal dan sekarang sedang proses pembangunan hidroponik yang baru di bagian belakang, ada 3 bangunan hidroponik

yang diperbarui dengan 3 sumur didalam satu ruang hidroponiknya, berbeda dengan yang sudah ada yang hanya ada 1 tandon air di dalam satu ruang hidroponik, hal tersebut bertujuan untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman hidroponik buah melon yang ada di Osaka99 Agro Farm Pati Utara.



Gambar 1.2 Ilustrasi Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) [6]



Gambar 1.3 Contoh Hidroponik sistem *Nutrient Film Technique* (NFT)

Di Osaka99 Agro Farm, melon ditanam menggunakan teknik hidroponik, menggunakan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) yang merupakan metode

bertani tanpa tanah yang memanfaatkan larutan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Disana ada beberapa varian melon yang dibudidayakan diantaranya ada jenis melon Fujisawa, Lavender, The Blues, dan TaJ Mahal. Untuk bibitnya kebanyakan impor dari negara Jepang, Thailand, dan China. Setelah bibit tiba, akan dilakukan proses penyemaian selama 10 hari, baru siap tanam. Sebelum siap tanam harus dicek terlebih dahulu suhu dan kelembapan sekitar berapa, dikarenakan suhu dan kelembapan sangat mempengaruhi tanaman. Untuk suhu tertinggi di angka 46°C di musim panas dan ideal tanam berkisar di suhu 40°- 45°C, untuk kelembapan terendah di angka 35% dan ideal tanam berkisar di angka 50-60%. Kelembapan selalu dipantau, dikarenakan jika Kelembapan tinggi tanaman akan mudah terkena jamur. Untuk pemberian nutrisi tanaman usia semai diangka 500 ppm usia 1-10 hari setelah semai, kemudian untuk usia 1-10 hari setelah tanam di angka 700 ppm, untuk usia 11-25 hari setelah tanam di angka 900 ppm, untuk usia 26-35 hari setelah tanam di angka 1100 ppm, untuk usia 36-40 hari setelah tanam di angka 1200 ppm, untuk usia 41-45 hari setelah tanam di angka 1300 ppm, dan untuk usia 46-panen di berikan nutrisi hingga 1400 ppm.

Berdasarkan hasil survei yang telah dilakukan di Osaka99 Agro Farm – Oemah Hidroponik Pati Utara di Desa Margotuhu Kidul, Kecamatan Margoyoso, Kabupaten Pati didapatkan hasil seperti pada Tabel 1.2. Pada tabel tersebut ditunjukkan bahwa petani hidroponik disana masih mengembangkan dan meneliti tentang budidaya buah melon hidroponik agar dapat mencapai hasil yang maksimal, dimana dari segi pemantauan tanaman, pemberian nutrisi, pengecekan dari hama maupun jamur masih dilakukan secara manual. Maka dari itu kami sebagai mahasiswa ingin mengembangkan sebuah alat yang mana alat tersebut dapat digunakan untuk mempermudah petani melon hidroponik dalam memantau proses budidaya buah melon hidroponik. Berikut merupakan hasil survei yang telah kami lakukan bersama dengan perawat melon hidroponik di Osaka99 Agro Farm – Oemah Hidroponik Pati Utara.

Tabel 1.2 Hasil Survey dengan Mitra (Petani Melon Hidroponik)

Pertanyaan	Jawaban
Sudah berapa tahun memulai pertanian dengan sistem hidroponik ini?	Menjalani pertanian dengan sistem hidroponik ini sudah berjalan kurang lebih 1 tahun lebih
Butuh waktu berapa lama untuk melon ini bisa panen?	Melon hidroponik ini berbeda dengan melon yang ditanam secara konvensional yang membutuhkan waktu sekitar 70-80 hari, tetapi dengan hidroponik hanya membutuhkan waktu sekitar 55-60 hari untuk panen
Air yang dibutuhkan tanaman selama 1 hari sekitar berapa?	Untuk per tanaman seharinya itu butuh sekitar 1-2 liter air
pH air yang dibutuhkan untuk melon sistem hidroponik ini dikisaran berapa?	Untuk pH air sendiri itu selalu kami jaga di kisaran 6,0-6,5 dan ketika air sudah mulai naik pH nya atau mulai bersifat basa, kita akan menurunkannya dengan menggunakan asam fosfat
Untuk nutrisi sendiri pemberiannya bagaimana?	Kalau untuk nutrisi sendiri pemberiannya berbeda-beda tergantung usia tanamnya, dan akan naik terus hingga mencapai maksimal 1500 bpm
Apakah pernah mengalami masalah panen atau tidak optimal?	Pernah, karena uji coba dengan jenis nutrisi yang berbeda dan terlalu

Pertanyaan	Jawaban
	banyak memberikan nutrisi yang mengakibatkan buah melon pecah
Faktor apa saja yang menjadi penyebab panen berhasil atau gagal?	Sebenarnya kalau sistem hidroponik ini resiko gagalnya sangat kecil, biasanya dari petaninya sendiri. Karena pemberian nutrisi yang terlalu berlebihan, pH air yang tidak stabil, hama seperti kutu yang jarang disemprot, dan kurangnya <i>controlling</i> dari petani sendiri
Bagaimana cara melakukan pemantauan kesuburan maupun kondisi tanaman?	Masih dilakukan secara manual semua, secara bergantian oleh karyawan yang bekerja di pertanian melon hidroponik ini
Jika ada suatu teknologi yang akan diterapkan dalam memantau kondisi tanaman, informasi seperti apa yang paling bermanfaat untuk membantu para petani?	Untuk informasi bisa tingkat pH air, pembacaan kadar nutrisi, dan suhu.
Apakah perlu memonitoring tanaman 24 jam secara penuh?	Tidak perlu, karena tanaman sendiri bekerja maksimalnya di waktu pagi hingga sore hari saja. Makanya, dari petani sendiri melakukan cek secara intens setiap jam pagi, siang, dan sore

1.3 Profil Mitra/Pengelola

Osaka99 Agro Farm – Oemah Hidroponik Pati Utara merupakan sebuah unit usaha pertanian *modern* yang didirikan pada awal tahun 2023. Dengan pendekatan hidroponik berbasis sistem *Nutrient Film Technique* (NFT), usaha ini secara khusus mengembangkan **tanaman melon hidroponik** yang memiliki kualitas unggul dari segi rasa, kebersihan, dan daya simpan.

Melon yang dibudidayakan merupakan varietas *premium* dengan rasa manis alami, daging buah yang tebal, dan aroma khas yang sangat diminati pasar. Dengan kontrol nutrisi dan lingkungan yang optimal, pertanian ini mampu menghasilkan melon sepanjang tahun tanpa tergantung musim.

Selain produksi, Oemah Hidroponik juga terbuka untuk edukasi, pelatihan budidaya melon, serta menjalin kemitraan pertanian bagi mereka yang ingin terjun dalam budidaya hortikultura *modern*.

1.4 Rumusan Masalah

1. Bagaimana merancang sistem smart farming berbasis IoT untuk budidaya melon hidroponik dengan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT)?
2. Bagaimana pengaruh suhu, pH, dan nilai nutrisi larutan terhadap pertumbuhan tanaman melon?
3. Bagaimana cara sistem dapat memantau dan mengendalikan parameter hidroponik (suhu, pH, dan TDS) secara real-time?
4. Bagaimana efektivitas penerapan sistem smart farming dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya melon hidroponik?

1.5 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Merancang dan membangun sistem smart farming berbasis IoT pada budidaya melon hidroponik dengan sistem NFT.
2. Menganalisis pengaruh suhu, pH, dan nutrisi larutan terhadap pertumbuhan tanaman melon hidroponik.
3. Mengimplementasikan sistem pemantauan dan pengendalian otomatis terhadap parameter hidroponik (suhu, pH, dan TDS).

4. Mengevaluasi efektivitas sistem smart farming dalam meningkatkan efisiensi pengelolaan dan produktivitas tanaman melon hidroponik.

1.6 Batasan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dibahas, adapun batasan masalah penelitian yaitu sebagai berikut :

1. Percobaan dilakukan di Oemah Hidroponik Pati Utara yang menanam melon hidroponik dengan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT).
2. Percobaan ini terbatas pada pengukuran temperatur suhu, PH air, dan tingkat nutrisi dari tanaman hidroponik buah melon yang ada di Oemah Hidroponik Pati Utara.
3. Penelitian ini terbatas dengan menggunakan komponen seperti sensor DHT22, sensor pH SEN0161-V2, sensor TDS, dan pompa peristaltik.

1.7 Batasan Realistis Aspek Keteknikan

Adapun batasan realistis aspek keteknikan pada *smart farming* tanaman melon hidroponik dengan sistem NFT ini yaitu:

1. Alat ini dilengkapi dengan kemampuan untuk monitoring kondisi tanaman berupa informasi pH air, kadar nutrisi dan suhu sekitar tanaman. Selain itu, alat ini juga memiliki sistem IoT yang berupa aplikasi untuk memudahkan para petani memantaunya dari jarak jauh.
2. Pemantauan ini bisa dilakukan dari mana saja asalkan terhubung dengan jaringan internet.
3. Alat ini menggunakan sensor pH, sensor TDS, dan sensor suhu sebagai elemen utama untuk mengukur kondisi tanaman, yang dimana sensor-sensor tersebut berfungsi sebagai berikut :
 - a. Untuk mendeteksi pH air akan menggunakan sensor PH SEN0161-V2.
 - b. Untuk mendeteksi kadar nutrisi menggunakan sensor TDS.
 - c. Untuk mendeteksi suhu sekitar tanaman menggunakan sensor DHT-22.

BAB 2. IDENTIFIKASI KEBUTUHAN SISTEM

2.1 Studi Literatur dan Observasi

Tabel 2.1 Studi Literatur

Judul	Usulan Solusi	Hasi/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Perancangan Alat Penyiram Tanaman Otomatis berbasis Mikrokontroler Arduino UNO dan Modul <i>Bluetooth</i> HC-05 dengan Sensor <i>Soil Moisture</i> YL69 [7]	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sebuah alat dengan didukung sensor <i>Soil Moisture</i> (sensor tanah) untuk mengetahui nilai kadar air pada tanaman agar tanaman tidak terjadi kekeringan, pompa air untuk menyiram tanaman secara otomatis, yang dikontrol dengan mikrokontroler Arduino UNO sebagai pengendali.	Hasil: Alat yang dibuat berhasil, dapat menyiram tanaman secara otomatis dan tambahan aplikasi, alat dapat terhubung dengan aplikasi dan berjalan dengan baik sesuai dengan yang sudah dibuat. Kelebihan: Menggunakan aplikasi berbasis <i>bluetooth</i> yang dimana tidak memerlukan koneksi internet. Kekurangan: -

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino UNO menggunakan RTC [8]	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sebuah alat sistem penyiram otomatis berbentuk <i>prototype</i> dalam penyiraman secara menyeluruh dengan memanfaatkan RTC DS3231 bertujuan untuk pemberi sinyal masukan untuk yang selanjutnya dikelola ke Arduino UNO.	Hasil: Alat yang dibuat berhasil, penyiraman tanaman otomatis dapat dilakukan dengan cara mencolokan adaptor 5v serta adaptor pada pompa ke terminal agar sistem dapat memancarkan air ke tanaman. RTC sebagai pengatur waktu, jam sekaligus suhu serta mengatur jadwal bergeraknya servo untuk mengeluarkan air. Informasi tentang waktu, suhu akan ditampilkan pada LCD. Kelebihan: Menggunakan RTC sebagai penjadwalan secara otomatis. Kekurangan: Sumber daya masih menggunakan tegangan listrik, jika alat mati dalam waktu 3 hari perlu melakukan setting ulang pada RTC.
Alat Penyiram Tanaman Otomatis berbasis Arduino UNO	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sebuah alat yang dapat mengontrol proses penyiraman tanaman	Hasil: Perancangan alat sudah sesuai dengan rencana. Sensor <i>water level</i> yang akan memberikan notifikasi level air berada

Judul	Usulan Solusi	Hasi/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
dan NodeMCU [9]	dengan Arduino serta perangkat tambahan NodeMCU yang dapat dimonitoring melalui <i>smartphone</i> yang sudah ter-install software Blynk.	dibawah (<) 250 dan sebaliknya sensor akan mati bila level air diatas (>) 250. Begitu pula dengan sensor kelembaban pada tanah yang akan bekerja bila kelembaban tanah di bawah (<) 70 dan mati saat kelembaban tanah di atas (>) 70, dan juga berdasarkan cahaya yang ditangkap oleh sensor LDR pada kondisi maupun mendung, kedua sensor tersebut yang dapat mempengaruhi sehingga pompa akan menyala di waktu yang tepat. Kelebihan: Sudah menggunakan IoT dengan aplikasi Blynk Kekurangan: Ada sensor cahaya yang menjadi faktor air atau pompa nyala, sedangkan walaupun cuaca mendung belum tentu akan hujan.

Judul	Usulan Solusi	Hasil/Evaluasi (Kelebihan/Kekurangan)
Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Aglonema berbasis IoT menggunakan Blynk dan NodeMCU 32 [10]	Solusi yang ditawarkan peneliti berupa sebuah <i>prototype</i> penyiraman tanaman otomatis berbasis android dan mikrokontroler. Penelitian ini berupa perencanaan kebutuhan alat, desain sistem, implementasi. Menggunakan sebuah mikrokontroler ESP32, sensor <i>soil moisture</i>, DHT22, Relay, Mini DC Water Pump dan Blynk.	Hasil: Rangkaian elektronik ini berfungsi sebagai sistem pemantauan dan pengendalian otomatis. Data diambil dari pembacaan sensor kelembaban tanah yang terpasang di pot tanaman. Selain itu, terdapat sensor DHT22 yang memiliki fungsi untuk melakukan pengukuran suhu dan kelembaban udara di sekitar tanaman. Ketika kelembaban tanah mencapai ambang batas minimum, NodeMCU ESP32 akan mengaktifkan relay dan menyalakan sistem penyiram tanaman secara otomatis. Sistem akan terus menyiram tanaman sampai kelembaban tanah mencapai ambang batas maksimum. Setelah itu, relay akan dimatikan untuk menghentikan penyiraman. Kelebihan: Sudah menggunakan ESP32 dan terkoneksi dengan Blynk Kekurangan: -

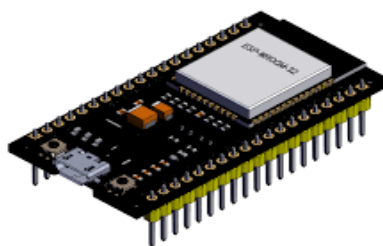
2.2 Dasar Teori

2.2.1 Mikrokontroler ESP32

ESP32 adalah sebuah mikrokontroler yang sangat populer di kalangan pembuat perangkat elektronik dan pengembang *Internet of Things* (IoT). Chip ini menawarkan kombinasi yang menarik antara kinerja tinggi, konsumsi daya yang rendah, dan konektivitas nirkabel yang lengkap. Dengan dukungan Wi-Fi dan *Bluetooth built-in*, ESP32 memungkinkan perangkat terhubung ke internet atau berkomunikasi dengan perangkat lain secara *wireless*. Selain itu, ESP32 juga dilengkapi dengan banyak pin input/output (GPIO/*General Purpose Input Output*) yang dapat digunakan untuk mengontrol berbagai jenis sensor dan aktuator, sehingga memberikan fleksibilitas yang tinggi dalam pengembangan proyek.

Keunggulan lain dari ESP32 adalah kemudahan penggunaannya. Tersedia banyak sumber daya *online*, *tutorial*, dan komunitas yang dapat membantu memulai proyek dengan ESP32. Selain itu, ESP32 juga kompatibel dengan berbagai bahasa pemrograman seperti Arduino IDE, C, dan Python, sehingga dapat memilih bahasa yang paling sesuai dengan kemampuan. Dengan harga yang terjangkau dan kemampuan yang luar biasa, ESP32 telah menjadi pilihan utama bagi para penggemar elektronik yang ingin menciptakan berbagai macam proyek inovatif [11].

Fungsi mikrokontroler ESP32 pada alat ini adalah sebagai otak atau inti dari alat ini. Dimana dapat mengendalikan sensor-sensor dan aktuator dari code program yang dibuat. ESP32 sendiri juga berfungsi untuk mengolah data dari input sensor yang akan dikirimkan ke Blynk melalui konektivitas Wi-Fi yang sudah tersedia fiturnya dalam ESP sendiri.



Gambar 2.1 Mikrokontroler ESP32 [12]

2.2.2 ESP 32 Expansion Board

ESP32 *expansion* ini dirancang untuk digunakan dengan papan seri ESP32 untuk kompatibilitas yang lebih luas. Penggunaan ESP32 *expansion* sejajar dengan papan adaptor untuk memastikan penggunaan yang efektif. Dengan mengutamakan keamanan dan keandalan, sehingga ESP32 *expansion* yang digunakan cocok untuk beragam aplikasi. ESP32 *expansion* mendukung catu daya DC (6,5-12V) atau USB (5V), memastikan transmisi daya dan sinyal yang stabil dan dapat diandalkan untuk papan ESP32.

Penggunaan ESP32 *expansion* ini dapat mengurangi penggunaan kabel jumper dalam rangkaian, bertujuan agar rangkaian terlihat lebih sederhana, ringkas dan fleksibel. Selain itu, penggunaan *expansion* untuk memperbanyak PIN yang dapat digunakan agar tidak menambah ESP32 lain. Dalam penelitian sendiri biasanya memerlukan banyak penggunaan *input/output*, penggunaan ESP32 *expansion* memungkinkan dalam hal jumlah PIN yang dapat digunakan dalam berbagai fungsi. Dengan lebih banyak pilihan pin *input* dan juga *output* yang tersedia, pengguna dapat menghubungkan berbagai perangkat tambahan seperti sensor, aktuator, dan komponen lain yang akan dibutuhkan dalam proyek tanpa kehabisan pin ESP32 atau bahkan menghindari penambahan penggunaan ESP32 itu sendiri. Oleh karena itu, *expansion* ini sangat berguna apabila digunakan dalam proyek yang membutuhkan banyak *input/output* atau aplikasi yang melibatkan integrasi berbagai perangkat *Internet of Things* (IoT).



Gambar 2.2 Expansion Board ESP32 [13]

2.2.3 Sensor PH SEN0161-V2

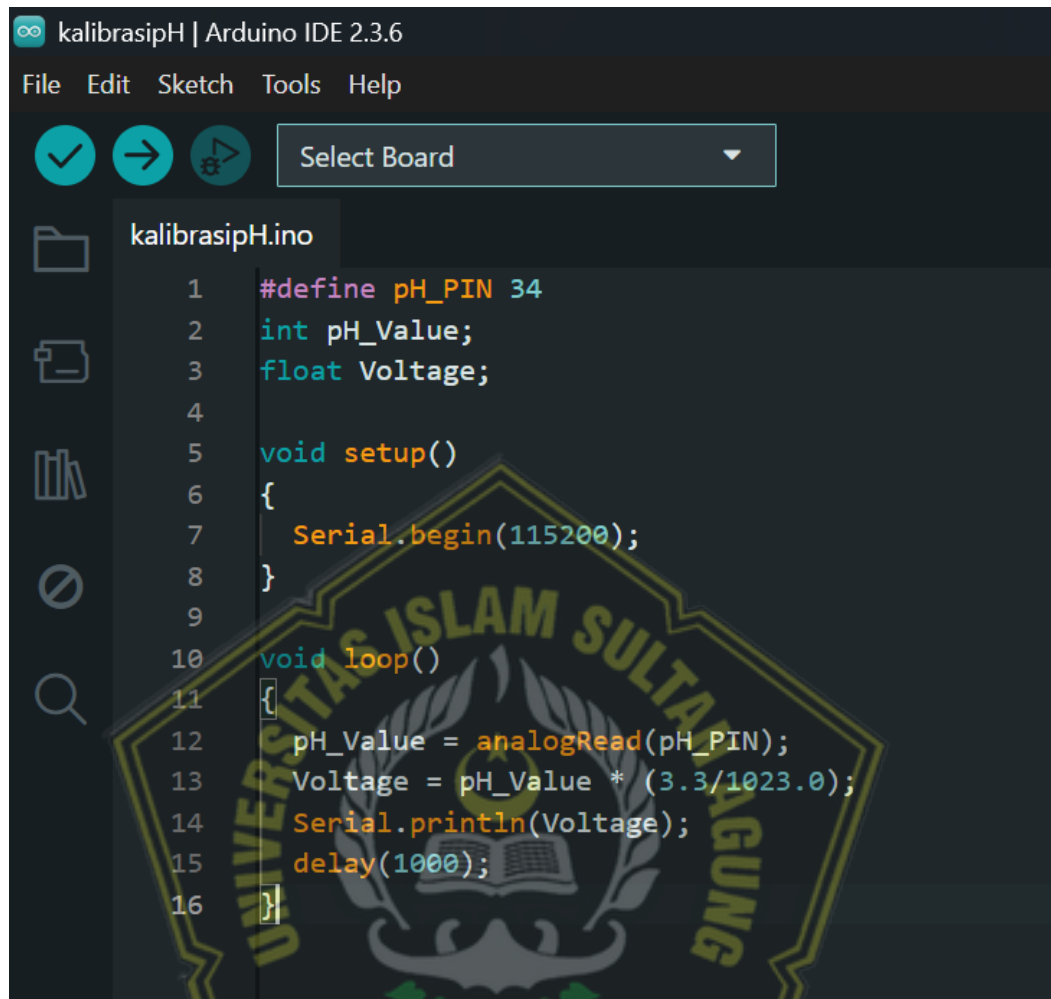
Sensor PH SEN0161- V2 adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau kebasaan (pH) suatu larutan. Sensor ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, mulai dari eksperimen ilmiah di laboratorium hingga pemantauan kualitas air pada sistem akuakultur.

Sensor pH bekerja dengan mengukur potensial listrik yang dihasilkan oleh interaksi antara elektroda sensor dengan ion hidrogen (H^+) dalam larutan. Perubahan konsentrasi ion hidrogen akan menyebabkan perubahan potensial listrik yang kemudian dikonversi menjadi nilai pH oleh perangkat pembaca.

Sensor pH SEN0161-V2 adalah alat yang berguna untuk mengukur pH larutan. Dengan harga yang terjangkau dan kemudahan penggunaannya, sensor ini cocok untuk berbagai aplikasi. Namun, perlu diingat bahwa keakuratan pengukuran sensor ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, sehingga perlu dilakukan kalibrasi dan perawatan yang tepat [14].

Fungsi sensor pH pada alat ini adalah untuk mendeteksi tingkat keasaman (pH) air yang ada pada reservoir nantinya. Cara kerja sensor pH pada alat ini yaitu, dengan membaca nilai tegangan yang ada pada air di reservoir. Setelah didapat, akan diproses dengan perhitungan yang sudah dikalibrasi sebelumnya. Dari perhitungan kalibrasi tersebut akan didapat nilai pH yang sesuai dengan bacaan pH meter, tetapi masih terdapat selisih namun tidak besar selisih yang didapatnya.

Gambar 2.3 adalah program untuk kalibrasi sensor pH. Untuk mengkalibrasinya sendiri diperlukan 3 jenis cairan pH yang berbeda (pH 4, pH 7, dan pH 9). Dicatat tegangannya, setelah didapat tegangannya maka buat persamaan linearnya untuk dimasukkan ke dalam program utama.



Gambar 2.3 Program Kalibrasi pH



Gambar 2.4 Sensor PH SEN0161-V2 [15]

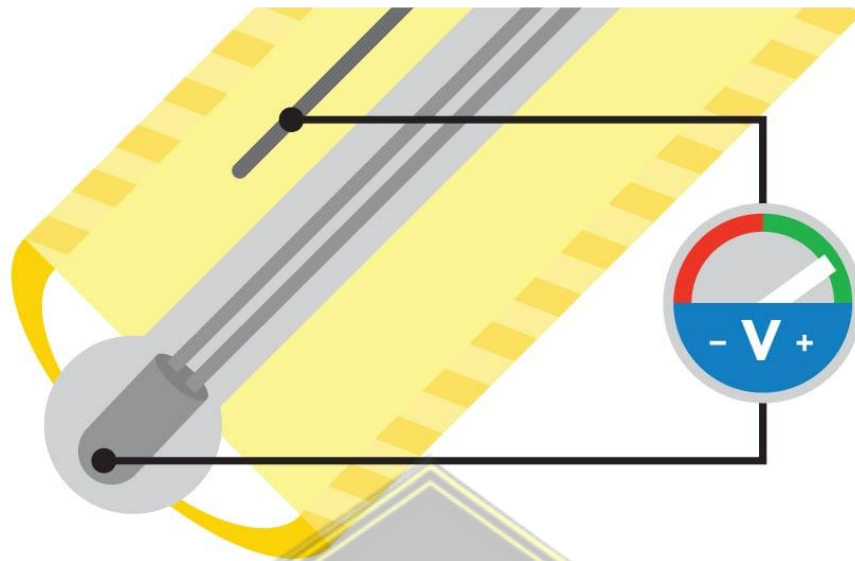
Probe pH berisi dua elektroda (elektroda sensor dan elektroda referensi) yang mengukur aktivitas ion hidrogen dalam suatu larutan. Pertukaran ion menghasilkan tegangan yang diukur oleh pH meter, mengubah tegangan menjadi nilai pH yang dapat dibaca. potensi Hidrogen (pH) mengukur interaksi antara ion hidrogen dan hidroksida dalam larutan berbasis air. Larutan dengan aktivitas ion hidrogen yang tinggi adalah asam. Sebaliknya, larutan dengan aktivitas ion hidroksida tinggi adalah basa.

Elektroda kaca ditemukan oleh pemenang Hadiah Nobel Fritz Haber pada tahun 1909, diikuti oleh pengembangan pengukur pH listrik modern pada tahun 1934 oleh Arnold Beckman, sehingga melahirkan probe pH yang kita gunakan sekarang untuk mengukur pH secara akurat dalam berbagai aplikasi [16].

Kebanyakan orang mengenal kertas lakmus untuk mengukur pH suatu larutan. Kertas lakmus berubah warna berbeda sesuai dengan grafik pH tanpa mempertimbangkan kandungan ion hidrogen, namun pengukur pH harus mengukur konsentrasi ion hidrogen menggunakan probe pH.

Pengukur pH bekerja dengan mengukur potensial listrik (tegangan) yang dihasilkan oleh larutan yang diuji, menggunakan beda potensial untuk menentukan pH. Larutan yang bersifat asam mempunyai lebih banyak ion hidrogen yang bermuatan positif dibandingkan larutan yang bersifat basa, oleh karena itu larutan tersebut mempunyai potensial listrik yang lebih besar untuk menghasilkan arus listrik. Pengukur pH memiliki tiga komponen: pengukur pH itu sendiri (kumparan bergerak atau pengukur digital), elektroda pH referensi, dan probe pH yang dimasukkan ke dalam larutan yang diuji.

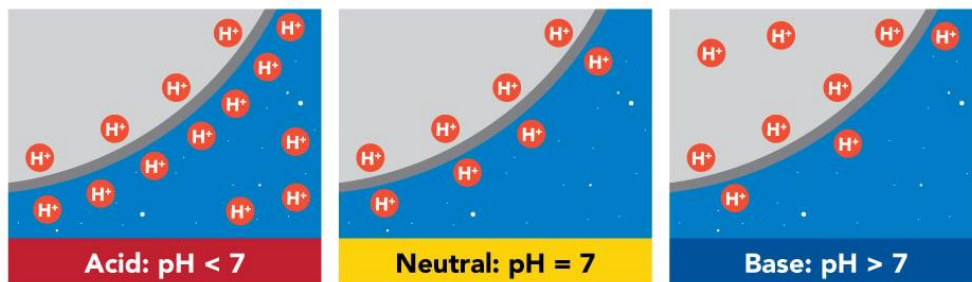
Kebanyakan probe pH mengandung dua elektroda di dalam tubuhnya: elektroda pengukur (elektroda kaca) dan elektroda referensi. Elektroda kaca mengandung elektrolit referensi (biasanya kalium klorida), yang memiliki pH netral 7, oleh karena itu mengandung sejumlah ion hidrogen tertentu. Elektroda kaca bekerja dengan mengukur perbedaan pH antara elektroda pH dan larutan yang diuji. Elektroda melakukan hal ini dengan mengukur perbedaan tegangan ion hidrogen yang dihasilkan dalam elektroda dan larutan. Hal ini mudah dilakukan karena kita telah mengetahui nilai pH komposisi elektroda kaca.



Gambar 2.5 Elektroda kaca [17]

Pengukur pH menggunakan probe pH untuk mengukur keasaman atau alkalinitas (aktivitas ion hidrogen) suatu larutan, yang dinyatakan sebagai pH. Nilai pH suatu larutan berhubungan dengan rasio ion hidrogen di dalam probe pH dan larutan yang diuji. Saat mencelupkan probe pH ke dalam larutan, sejumlah ion hidrogen akan bergerak menuju elektroda kaca, menggantikan beberapa ion logam di dalamnya, sementara beberapa ion hidrogen akan menyebar ke dalam larutan yang diuji. Proses pertukaran ion ini dikenal sebagai pertukaran ion dan merupakan prinsip utama cara kerja elektroda kaca di dalam probe pH.

Pertukaran ion juga terjadi pada permukaan bagian dalam elektroda kaca. Karena kalium klorida di dalam elektroda dan larutan yang diuji memiliki keasaman yang berbeda, terjadi perbedaan aktivitas ion hidrogen, yang mengakibatkan perbedaan muatan listrik. Ketika ini terjadi, perbedaan potensial muncul antara sisi elektroda kaca dan elektroda referensi yang menghasilkan pembacaan pH pada meteran.



Gambar 2.6 Pertukaran Ion Hidrogen [18]

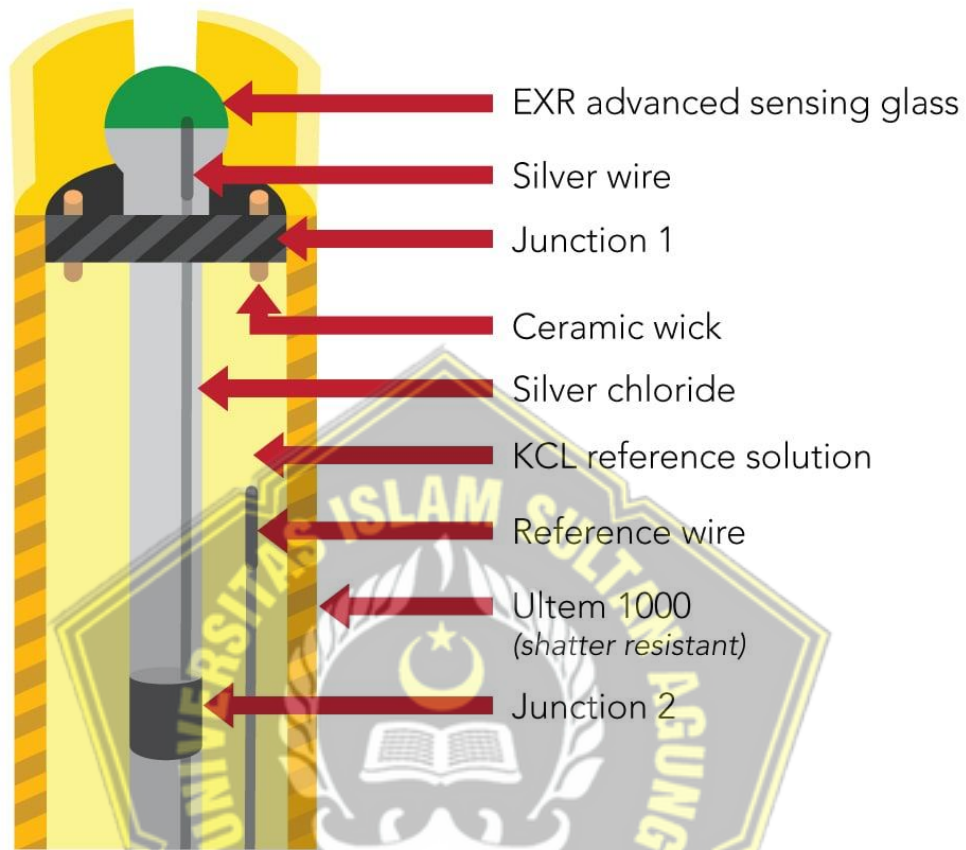
Meskipun meteran mengukur tegangan, tampilan digital menunjukkannya sebagai pengukuran pH. Ini menghitung ini berdasarkan perbedaan tegangan; semakin besar tegangan antara probe pH (elektroda) dan larutan yang diuji, semakin besar perbedaan aktivitas ion hidrogen. Semakin banyak aktivitas ion hidrogen yang terjadi maka semakin rendah pH-nya, begitu pula sebaliknya. Sebelum menggunakan pH meter, penting untuk mengkalibrasinya untuk mendapatkan hasil yang akurat dan merupakan bagian penting dari perawatan elektroda secara umum.

Elektroda pH pertama ditemukan, terdiri dari bola kaca yang diisi dengan elektrolit kuat dengan setengah sel perak/perak klorida ($Ag/AgCl$) di dalamnya dan kawat perak yang bersentuhan dengan larutan eksternal. Cara kerja elektroda pH secara umum tidak banyak berubah, namun seiring kemajuan teknologi, elektroda kombinasi dan elektroda sambungan ganda lebih umum digunakan.

Elektroda kombinasi mengukur kedua sisi elektroda kaca dan merupakan elektroda yang paling umum ditemukan pada probe pH. Pemeriksaan pH memerlukan elektroda yang memiliki sirkuit tertutup untuk mengukur potensial yang dilakukan melalui larutan internal (misalnya kalium klorida) elektroda, larutan eksternal yang diukur, dan pengukur pH. Saat elektroda direndam ke dalam larutan uji, elektroda mengenali muatan positif ion hidrogen, diukur dalam milivolt (mV), meneruskan sinyal ke elektroda internal. Kawat perak di dalam probe pH meneruskan sinyal listrik ke kabel elektroda yang terhubung ke pH meter.

Saat ini, sebagian besar probe pH mengandung elektroda kaca yang peka terhadap ion hidrogen dan elektroda referensi, yang dikenal sebagai elektroda kombinasi, seperti disebutkan di atas.

Elektroda pH yang umum terdiri dari beberapa struktur:



Gambar 2.7 Struktur Elektroda pH secara umum [19]

- Badan Elektroda
- Membran Kaca
- Elektroda Referensi
- Referensi Elektrolit
- Persimpangan Referensi

Badan elektroda dapat terbuat dari plastik atau kaca, jadi ketika mendengar istilah “elektroda kaca” yang dimaksud adalah bahan membran, bukan badan elektroda luar.

Membran kaca adalah membran peka pH yang diisi dengan larutan buffer, terletak di dalam elektroda kaca probe pH. Membran memungkinkan pengikatan ion hidrogen secara konstan di dalam membran, sedangkan bagian luar membran

kaca terkena sampel yang diuji. Perbedaan ion hidrogen melintasi membran inilah yang menciptakan potensial tegangan. Bentuk membran dapat bervariasi tergantung pada aplikasinya. Beberapa aplikasi memerlukan probe pH dengan membran khusus yang dapat digunakan untuk menembus media semi padat seperti probe pH ujung tombak.



Gambar 2.8 Membran Kaca [20]

Elektroda referensi diperlukan untuk memberikan potensi listrik yang konstan di dalam probe pH untuk menentukan pH. Jenis elektroda referensi yang paling umum mengandung perak/perak klorida (Ag/AgCl) karena tidak beracun bagi manusia, sehingga dapat digunakan dalam berbagai macam aplikasi termasuk industri medis dan makanan. Beberapa industri masih menggunakan elektroda referensi yang mengandung merkuri klorida ($\text{Hg}/\text{Hg}_2\text{Cl}_2$), namun karena toksisitas merkuri, maka elektroda tersebut tidak umum digunakan. Sistem referensi terbaru

yang dikembangkan mengandung yodium karena waktu respons yang cepat dan sensitivitas suhu yang lebih rendah. Sistem referensi yodium umumnya digunakan saat mengukur pH buffer tris dan larutan protein karena merupakan sistem bebas ion logam; elektroda referensi yang mengandung ion logam seperti Ag/AgCl dapat berinteraksi dengan larutan, menyumbat sambungan referensi.

Elektrolit referensi menutup sirkuit listrik di dalam elektroda probe pH. Elektrolit harus netral secara kimia dan memiliki konduktivitas listrik yang baik agar dapat bekerja dengan benar. Laju difusi ion hidrogen yang berbeda dalam larutan elektrolit dapat menimbulkan potensial listrik, sehingga menimbulkan masalah saat mengukur pH, oleh karena itu penting juga agar larutan elektrolit bersifat mobile. Larutan elektrolit referensi yang paling umum adalah kalium klorida (KCl), namun tidak disarankan menggunakan KCl saat mengukur pH larutan yang bersuhu rendah karena KCl dapat mengkristal di dalam probe pH.

Persimpangan Referensi juga dikenal sebagai diafragma, sambungan referensi adalah titik komunikasi berpori yang menciptakan arus listrik antara elektroda referensi dan sampel yang diuji. Persimpangan referensi yang berbeda memiliki tingkat pelepasan yang berbeda tergantung pada aplikasi yang digunakan. Dalam aplikasi di mana pembalikan aliran elektrolit dapat terjadi, elektroda sambungan ganda digunakan untuk bekerja dalam kondisi buruk. Pembalikan aliran elektrolit dapat terjadi ketika larutan yang diuji bersifat sangat asam atau basa, atau berada di bawah tekanan ekstrem, atau memiliki suhu yang sangat tinggi. Elektroda sambungan ganda melindungi sambungan referensi dari kontaminasi, karena larutan yang diuji harus berdifusi melintasi kedua sambungan sebelum nilai pH dicatat.

Pemeriksaan pH merupakan bagian dari pengukur pH, jadi secara teknis keduanya tidak sama, namun tidak dapat berfungsi tanpa satu sama lain. Pengukur pH terdiri dari tiga bagian: probe pH, elektroda pH referensi, dan pengukur pH itu sendiri. Ini adalah elektroda di dalam probe pH yang mengukur pH larutan. Pemeriksaan pH mencatat tegangan dari ion hidrogen, dan pengukur pH inilah yang mengubah tegangan menjadi nilai pH yang dapat dibaca dengan mengukur perbedaan antara elektroda internal dan elektroda referensi dalam pemeriksaan pH.

Probe pH terhubung ke panel tampilan pH meter untuk menunjukkan nilai pH yang diukur.

Menyimpulkan Cara Kerja Pemeriksaan pH, prinsip kerja probe pH bergantung pada pertukaran ion hidrogen yang menghasilkan tegangan listrik. Elektroda kaca di dalam probe pH mengukur perbedaan pH antara elektroda pH dan larutan yang ingin diuji. Elektroda melakukan hal ini dengan mengukur perbedaan tegangan ion hidrogen yang dihasilkan dalam elektroda dan larutan. Pengukur pH inilah yang mengubah tegangan ini menjadi nilai pH yang dapat dibaca. Dan untuk menghitung nilai error sendiri bisa didapat dengan menggunakan rumus $\text{Error} = \frac{|\text{Nilai Sensor} - \text{Nilai Standar}|}{\text{Nilai Standar}} \times 100\%$.

2.2.4 Sensor Suhu DHT22

Sensor DHT22 adalah komponen elektronik yang sangat populer digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban udara secara digital. Sensor ini memiliki desain yang sederhana, terdiri dari beberapa pin yang terhubung ke mikrokontroler seperti Arduino atau Raspberry Pi. DHT22 bekerja berdasarkan prinsip perubahan resistansi suatu komponen di dalam sensor akibat perubahan suhu dan kelembaban. Perubahan resistansi ini kemudian dikonversi menjadi sinyal digital yang dapat dibaca oleh mikrokontroler. Salah satu keunggulan utama DHT22 adalah akurasi pengukurannya yang cukup baik, terutama dalam mengukur kelembaban udara. Selain itu, sensor ini juga memiliki respons yang cepat terhadap perubahan suhu dan kelembaban. DHT22 juga sangat mudah digunakan dan tidak memerlukan kalibrasi yang rumit. Namun, perlu diperhatikan bahwa DHT22 memiliki keterbatasan dalam hal rentang pengukuran suhu dan kelembaban. Selain itu, sensor ini juga rentan terhadap gangguan elektromagnetik yang dapat mempengaruhi akurasi pengukuran. Berkat kelebihanannya, DHT22 banyak diaplikasikan dalam berbagai proyek. Sensor ini dapat digunakan untuk membuat stasiun cuaca mini, sistem pengairan otomatis, inkubator, sistem pendingin ruangan, dan masih banyak lagi. Dengan menghubungkan DHT22 ke mikrokontroler dan memprogramnya, kita dapat membuat perangkat yang dapat memantau suhu dan kelembaban secara real-time dan mengambil tindakan berdasarkan data yang diperoleh. Misalnya, kita

dapat membuat sistem yang secara otomatis menyalakan kipas jika suhu ruangan terlalu panas atau mengaktifkan humidifier jika kelembaban udara terlalu rendah [21].

Cara kerja sensor DHT22 pada alat ini yaitu, dengan membaca tingkat temperatur dan kelembaban pada ruangan hidroponik nantinya. Ketika suhu yang didapat sudah sesuai dan kelembaban yang didapat tidak sesuai, maka kipas/blower akan hidup secara otomatis hingga suhu turun kembali ke titik aman kemudian akan mati kembali.



Gambar 2.9 Sensor Suhu DHT22 [22]

Karakteristik Sensor DHT, DHT22 sedikit lebih mahal karena memiliki spesifikasi yang lebih baik seperti lebih presisi, lebih akurat, dan bekerja pada rentang suhu & kelembapan yang lebih luas. Rentang pengukuran suhunya adalah dari -40°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi $\pm 0,5$ derajat, sedangkan rentang suhu DHT11 adalah dari 0°C hingga 50°C dengan akurasi ± 2 derajat. Sensor DHT22 juga memiliki rentang pengukuran kelembapan yang lebih baik, yaitu dari 0 hingga 100% dengan akurasi 2-5%, sedangkan rentang kelembapan DHT11 adalah dari 20 hingga 80% dengan akurasi 5%. Ada beberapa hal yang membuat sensor DHT11 bisa menjadi pilihan yang lebih baik daripada sensor DHT22. Karena lebih murah, ukurannya lebih kecil, dan memiliki laju pengambilan sampel yang lebih tinggi. Kecepatan pengambilan sampel DHT11 adalah 1Hz yaitu satu pembacaan setiap

detik, sedangkan kecepatan pengambilan sampel DHT22 adalah 0,5Hz yaitu satu pembacaan untuk setiap dua detik [23].

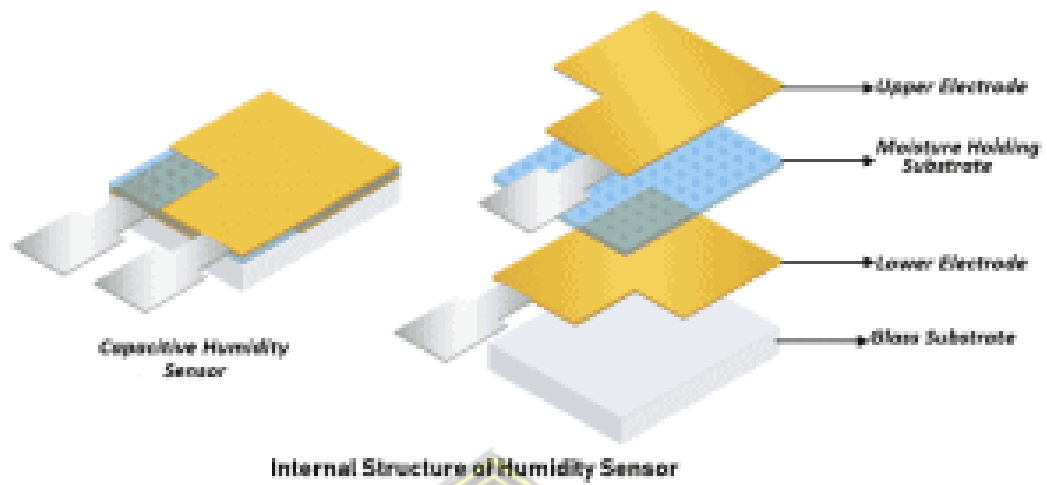
Prinsip kerja sensor DHT11 dan DHT22 dapat dilihat dari isinya



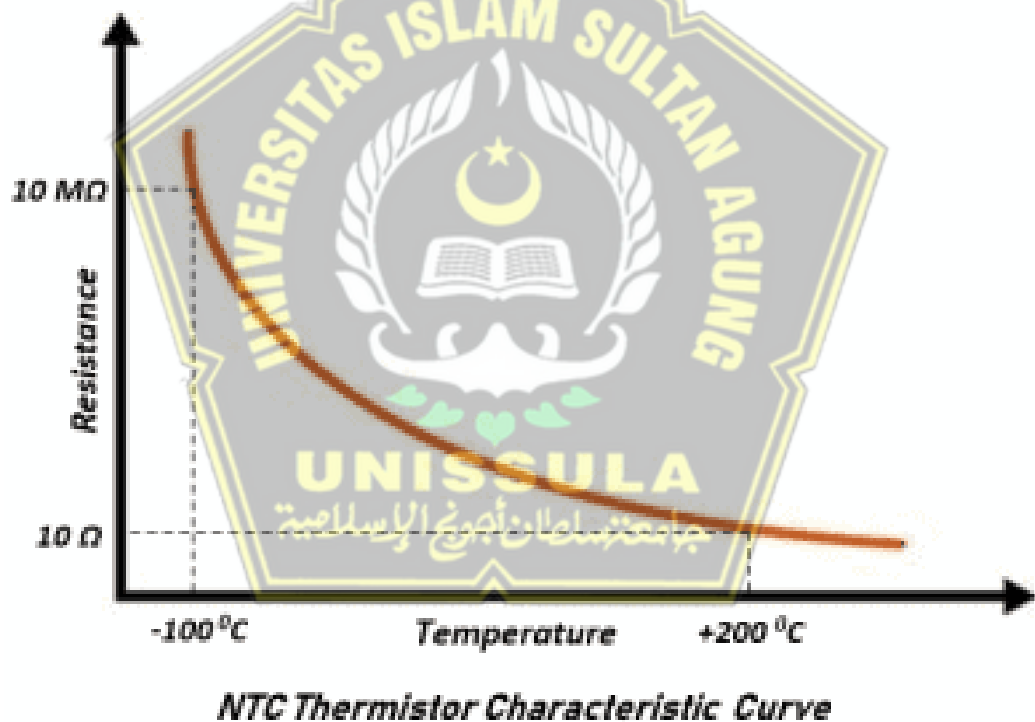
Gambar 2.10 isi Komponen DHT11 dan DHT22 [24]

Sensor DHT terdiri dari elemen penginderaan kelembapan kapasitif dan termistor untuk penginderaan suhu. Kapasitor penginderaan kelembapan memiliki dua elektroda dengan substrat penahan kelembapan sebagai dielektrik di antara keduanya. Perubahan nilai kapasitansi terjadi seiring dengan perubahan kelembapan.

Untuk mengukur suhu sensor ini menggunakan termistor NTC, Istilah “NTC” berarti “Koefisien Suhu Negatif”, yang berarti resistansi berkurang seiring dengan meningkatnya suhu seperti yang ditunjukkan pada grafik di bawah ini. Untuk mendapatkan nilai resistansi yang lebih besar bahkan untuk perubahan suhu terkecil sekalipun, sensor ini biasanya terbuat dari keramik atau polimer semikonduktor.

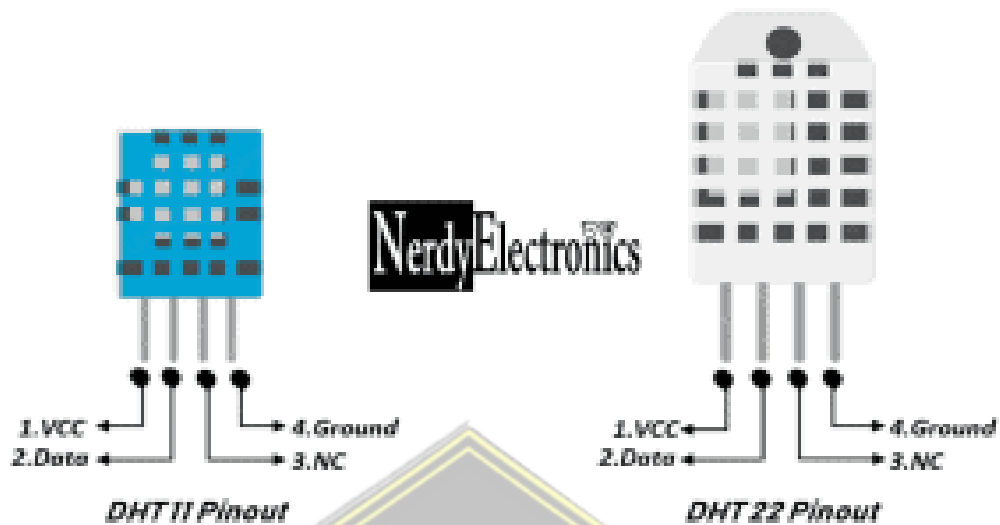


Gambar 2.11 Struktur internal sensor suhu [25]



Gambar 2.12 Karakteristik NTC [26]

Di sisi lain terdapat PCB kecil dengan IC paket SOIC-14 8-bit. IC ini mengukur dan memproses sinyal analog dengan koefisien kalibrasi yang tersimpan, melakukan konversi analog ke digital dan mengeluarkan sinyal digital dengan suhu dan kelembaban.



Gambar 2.13 Pin DHT11 dan DHT22 [27]

Sensor DHT11 dan DHT22 memiliki 4 pin, yaitu:

- Pin VCC menyuplai daya untuk sensor. Meskipun tegangan pasokan berkisar antara 3,3V hingga 5,5V, disarankan pasokan 5V.
- Pin data digunakan untuk komunikasi antara sensor dan mikrokontroler.
- NC Tidak tersambung.
- Ground harus terhubung ke ground mikrokontroler yang digunakan.

Baik Sensor DHT11 maupun DHT22 terdiri dari 3 komponen utama. Sensor kelembapan, termistor NTC (koefisien suhu negatif), dan mikrokontroler 8-bit, yang mengubah sinyal analog dari kedua sensor dan mengirimkan sinyal digital tunggal. Data dari sensor DHT11 dan DHT22 terdiri dari 40 bit dan formatnya sebagai berikut:

1. 8 – Data bit untuk bagian integral dari nilai RH,
2. 8 – Data bit untuk bagian desimal nilai RH,
3. 8 – Data bit untuk bagian integral dari nilai Suhu,
4. 8 – Data bit untuk bagian desimal nilai Suhu dan
5. 8 – Data bit untuk checksum.

Jika transmisi data benar, check-sum harus berupa 8 Bit terakhir dari “8 Bit data RH integral + 8 Bit data RH desimal + 8 Bit data T integral + 8 Bit data T desimal”.

Contoh:

Perhatikan data yang diterima dari Sensor DHT tersebut

001101010000000000011000000000001001101

Data ini dapat dipisahkan berdasarkan struktur tersebut di atas sebagai berikut

Untuk mengecek apakah data yang diterima benar atau tidak, kita perlu melakukan perhitungan kecil-kecilan. Tambahkan semua nilai integral dan desimal RH dan Suhu dan periksa apakah jumlahnya sama dengan nilai checksum yaitu data 8 Bit terakhir. Nilai ini sama dengan checksum sehingga data yang diterima valid. Sekarang untuk mendapatkan nilai RH dan Temperatur, cukup ubah data biner menjadi data desimal.

Kelembapan: 0011 0101 = 35%

Suhu: 0001 1000 = 24°C

Jika data yang diterima tidak benar maka terima kembali datanya.

Dapat dilihat pada Lembar Data sensor DHT11 dan DHT22.

Antarmuka DHT-11 dengan Arduino juga dapat dilakukan dengan menggunakan perpustakaan yang disebut DHT.h. Perpustakaan DHT.h yang memiliki banyak fungsi bawaan yang memudahkan kita untuk menuliskan kodenya. Sebelum mengupload kode yang diberikan di bawah ini pastikan ada perpustakaan DHT di Arduino IDE, Jika tidak ada maka dapat menginstalnya dengan langkah-langkah berikut:

>Buka Sketsa >>Pilih Sertakan Perpustakaan >>Pilih Kelola Perpustakaan >>Kemudian Ketik Perpustakaan sensor DHT di kotak pencarian >>Klik Instal.

Dengan ini perpustakaan yang diperlukan akan diinstal, dan dapat mulai mengunggah kode yang diberikan di bawah ini.

Code:

```
# include "DHT.h"
```

```
//DHT library
```

```

#include "LiquidCrystal.h"           //lcd library

#define DHTPIN 11                   //DHT pin

//Uncomment whichever Type you are using

#define DHTTYPE DHT11

//# define DHTTYPE DHT22


DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);           //Creating DHT object

const int rs = 2, en = 3, d4 = 4, d5 = 5, d6 = 6, d7 = 7;

LiquidCrystal lcd(rs, en, d4, d5, d6, d7);

float t;                            //temperature in celcius
float h;                            //humidity in percentage

void setup()                        //setup
{
    Serial.begin(9600);              //Setting Boudrate

    dht.begin();

    lcd.begin(16, 2);                // Initializes the interface to the LCD screen
    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print(" Welcome to ");

    lcd.setCursor(0, 1);              //Set the location where the text needs to be
displayed in LCD

    lcd.print("NerdyElectronics ");

    delay(2000);

    lcd.clear();

}

void loop()                         //loop

```

```

{

    h = dht.readHumidity() ;

    t = dht.readTemperature();

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("Temp: ");

    lcd.print(t);                //Prints the temperature value from the sensor

    lcd.print("");

    lcd.print((char)223);        //shows degrees character

    lcd.print("C");

    lcd.setCursor(0, 1);

    lcd.print("Humi: ");

    lcd.print(h);

    lcd.print("% ");

    delay(5000);

    lcd.setCursor(0, 0);

    lcd.print("Temp: ");

    lcd.print(dht.convertCtoF(t)); //Inbuilt function to convert Temp in Celcius
to Fahrenheit

    lcd.print(" ");

    lcd.print((char)223);        //shows degrees character

    lcd.print("F");

    delay(5000);

}

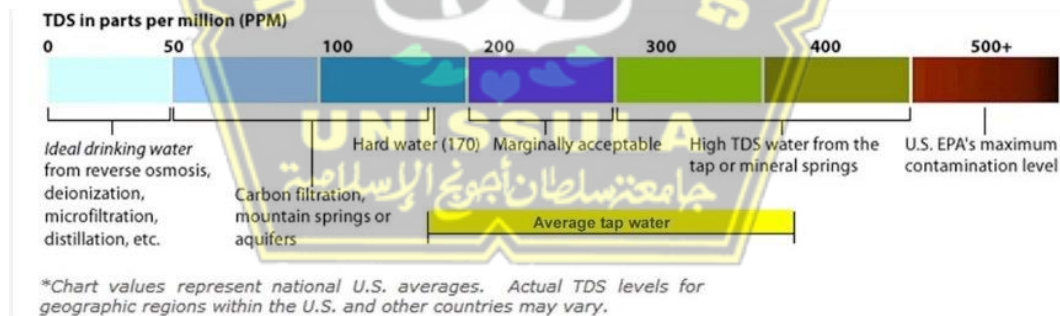
```

Aplikasi Sensor DHT:

1. Sensor DHT dapat digunakan sebagai kompensator dengan sensor ultrasonik untuk menentukan jarak dengan lebih tepat.
2. Sensor DHT digunakan dalam berbagai aplikasi seperti mengukur nilai kelembaban dan suhu pada sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (HVAC).
3. Sensor ini dapat digunakan di gudang karena tingkat kelembapan udara mempengaruhi berbagai proses fisik, kimia dan biologi.
4. Stasiun cuaca juga menggunakan sensor ini untuk memprediksi kondisi cuaca.

2.2.5 Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS)

Sensor Total Dissolved Solids (TDS) adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah total padatan terlarut dalam suatu larutan, biasanya air. Padatan terlarut ini bisa berupa mineral, garam, logam, atau zat organik lainnya yang memiliki ukuran partikel yang cukup kecil untuk melewati filter. Satuan yang umum digunakan untuk menyatakan nilai TDS adalah parts per million (ppm) atau miligram per liter (mg/L).



Gambar 2.14 rata-rata ppm tap water [28]

Prinsip kerja sensor TDS didasarkan pada pengukuran konduktivitas listrik larutan. Semakin tinggi kandungan padatan terlarut dalam air, maka semakin tinggi pula konduktivitas listriknya. Sensor TDS akan mengukur konduktivitas ini dan kemudian mengkonversinya menjadi nilai TDS. Nilai TDS yang tinggi menunjukkan bahwa air tersebut mengandung banyak mineral atau zat terlarut lainnya, sementara nilai TDS yang rendah menunjukkan bahwa air tersebut relatif murni.

Sensor TDS memiliki banyak aplikasi dalam kehidupan sehari-hari. Dalam bidang pengolahan air, sensor TDS digunakan untuk memantau kualitas air hasil proses penyaringan atau pemurnian. Di bidang pertanian, sensor TDS digunakan untuk mengukur kandungan mineral dalam larutan nutrisi tanaman hidroponik. Selain itu, sensor TDS juga digunakan dalam industri makanan dan minuman, akuakultur, dan berbagai bidang lainnya yang memerlukan pengukuran kualitas air [29].

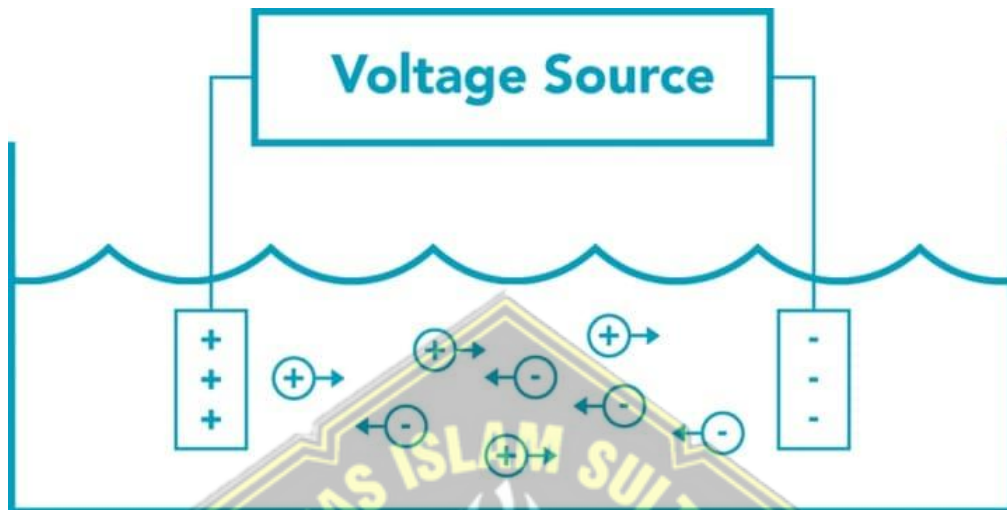
Cara kerja sensor TDS pada alat ini yaitu dengan membaca nilai tingkat kepadatan/kekentalan di suatu cairan dalam bentuk ppm. Sensor ini menerima data yang akan dikirimkan ke ESP32 dan akan diproses sesuai ppm yang dibutuhkan. Ketika ppm yang dibutuhkan tidak sesuai, pompa peristaltik akan bekerja untuk menambahkan nutrisi ke dalam reservoir hingga ppm yang dibutuhkan tercapai.



Gambar 2.15 Sensor TDS [30]

Pengukur TDS pada dasarnya adalah pengukur muatan listrik (EC) dimana dua elektroda dengan jarak yang sama dimasukkan ke dalam air dan digunakan untuk mengukur muatan. Hasilnya diinterpretasikan oleh TDS meter dan diubah menjadi angka ppm. Jika air tidak mengandung bahan terlarut dan murni, maka air tersebut tidak akan menghantarkan muatan dan oleh karena itu akan memiliki angka 0 ppm. Sebaliknya jika air penuh dengan bahan terlarut maka akan menghantarkan

muatan, sehingga angka ppm yang dihasilkan sebanding dengan jumlah padatan terlarut. Hal ini karena semua padatan terlarut mempunyai muatan listrik, yang memungkinkan terjadinya konduksi muatan listrik antar elektroda [31].



Gambar 2.16 muatan listrik padatan terlarut [32]

Gravity Analog TDS Sensor adalah sensor TDS/Meter Kit yang kompatibel dengan Arduino untuk mengukur nilai TDS air. Hal ini dapat diterapkan pada air rumah tangga, hidroponik dan bidang pengujian kualitas air lainnya. Produk ini mendukung input tegangan lebar 3,3 ~ 5,5V, dan output tegangan analog 0 ~ 2,3V, yang membuatnya kompatibel dengan sistem atau papan kontrol 5V atau 3,3V.



Gambar 2.17 Gravity Analog TDS sensor [33]

Sumber eksitasi adalah sinyal AC, yang secara efektif dapat mencegah probe dari polarisasi dan memperpanjang umur probe, sementara itu, dapat membantu meningkatkan stabilitas sinyal keluaran. Probe TDS tahan air, dapat direndam dalam air untuk pengukuran waktu yang lama.

Spesifikasi

1. Tegangan Masukan: 3,3 ~ 5,5V
2. Tegangan Keluaran: 0 ~ 2.3V
3. Arus Kerja: 3 ~ 6mA
4. Rentang Pengukuran TDS: 0 ~ 1000ppm
5. Akurasi Pengukuran TDS: $\pm 10\%$ FS (25 °C)
6. Pemeriksaan TDS dengan Jumlah Jarum: 2

Perhatian & Hal yang Perlu Diingat

Probe tidak dapat digunakan di air di atas 55 derajat celcius. Probe tidak boleh terlalu dekat dengan tepi wadah, jika tidak maka akan mempengaruhi pembacaan. Kepala dan kabel probe tahan air, tetapi konektor dan papan pemancar sinyal tidak tahan air.

2.2.6 *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai penampil suatu data, baik karakter, huruf, atau grafik. LCD hanya membutuhkan tegangan dan daya yang relatif kecil. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan 2 dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan baris dan kolom terdiri dari LED pada bidang latar (backplane), yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. *Liquid Crystal Display (LCD)* berfungsi sebagai media tampilan dalam sistem smart farming yang diterapkan pada budidaya hidroponik buah melon [34].



Gambar 2.18 LCD

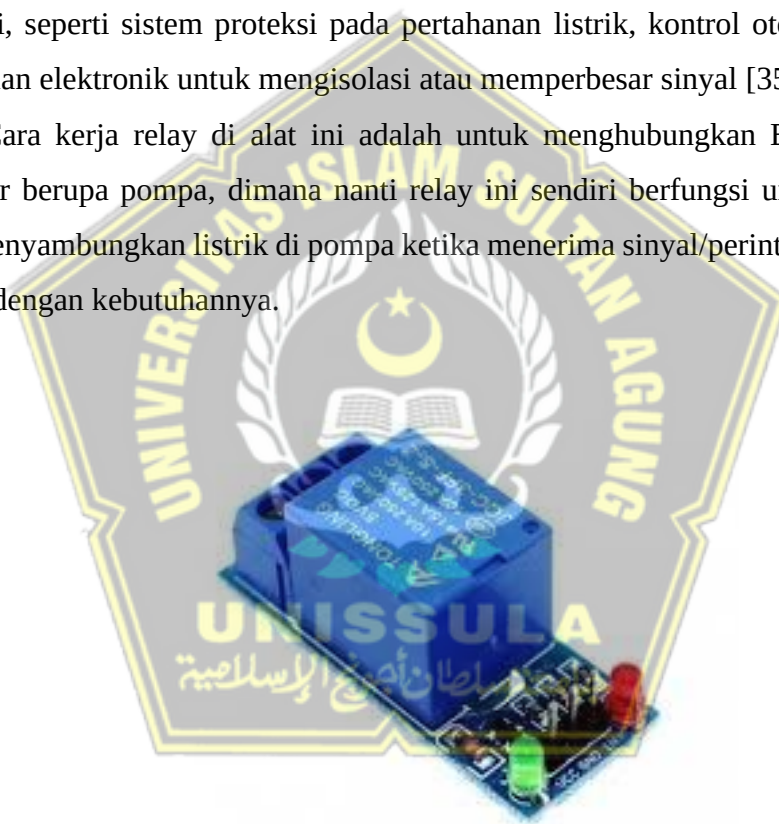
Cara kerja LCD dalam sistem smart farming untuk hidroponik melibatkan beberapa langkah kunci:

1. Pengumpulan Data: Sensor-sensor yang terpasang (seperti sensor DHT22 untuk suhu dan kelembaban, sensor pH, dan sensor TDS) mengumpulkan data lingkungan secara berkala. Data ini kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk diproses.
2. Proses Data: Mikrokontroler memproses data yang diterima dari sensor. Berdasarkan data tersebut, mikrokontroler menentukan apakah kondisi saat ini berada dalam batas normal atau tidak.
3. Tampilan Informasi: Setelah pemrosesan, mikrokontroler mengirimkan informasi yang relevan ke modul LCD untuk ditampilkan. Informasi ini mencakup nilai suhu, kelembaban, dan pH air.
4. Pengendalian Sistem: Berdasarkan informasi yang ditampilkan di LCD dan parameter yang telah ditetapkan oleh pengguna, sistem dapat secara otomatis mengendalikan pompa air. Jika kelembaban terdeteksi rendah, misalnya, pompa akan aktif untuk mengisi reservoir tanaman melon.

2.2.7 Relay

Relay adalah komponen elektromekanis atau elektronik yang berfungsi sebagai sakelar yang dioperasikan secara elektrik. Dalam bentuk tradisionalnya, relay terdiri dari kumparan elektromagnetik yang ketika dialiri arus listrik menciptakan medan magnet yang menarik tuas untuk menghubungkan atau memutuskan kontak listrik. Fungsi utamanya adalah untuk mengendalikan rangkaian listrik yang memiliki tegangan atau arus lebih besar dengan menggunakan sinyal tegangan atau arus yang lebih kecil. Relay sering digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti sistem proteksi pada pertahanan listrik, kontrol otomatisasi, dan rangkaian elektronik untuk mengisolasi atau memperbesar sinyal [35].

Cara kerja relay di alat ini adalah untuk menghubungkan ESP32 dengan aktuator berupa pompa, dimana nanti relay ini sendiri berfungsi untuk memutuskan atau menyambungkan listrik di pompa ketika menerima sinyal/perintah dari ESP32 sesuai dengan kebutuhannya.



Gambar 2.19 Relay [36]

2.2.8 Pompa Peristaltik

Pompa peristaltik adalah jenis pompa perpindahan positif yang bekerja dengan prinsip peristaltik, yaitu gerakan memeras dan melepas selang fleksibel atau tabung untuk memindahkan cairan. Mekanisme ini biasanya menggunakan rotor

dengan beberapa rol atau sepatu yang berputar di dalam rumah pompa, yang secara bergantian menekan tabung elastis untuk mendorong cairan ke arah tertentu. Setelah tekanan dilepaskan tabung kembali ke bentuk semula menciptakan efek vakum yang menarik cairan masuk. Pompa peristaltik sering digunakan dalam aplikasi yang memerlukan perpindahan cairan steril atau sensitif, seperti di industri medis, farmasi, pengolahan makanan, dan laboratorium. Keunggulan utamanya meliputi tidak adanya kontak langsung antara cairan dan komponen pompa, kemudahan perawatan, dan kemampuan menangani cairan dengan viskositas tinggi atau partikel padat [37].

Cara kerja pompa peristaltik pada sistem ini adalah dengan memompa cairan yang ada di botol nutrisi menuju ke tandon/reservoir sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.20 Pompa Peristaltik [38]

2.2.9 Catu Daya (*Power Supply*)

Catu daya atau *power supply* adalah perangkat yang mengubah sumber arus listrik bolak-balik/*Alternating Current* (AC) menjadi arus listrik searah/*Direct Current* (DC) atau sebaliknya. Catu daya yang digunakan untuk Tugas Akhir ini adalah catu daya AC 220V to 12V DC untuk mengaktifkan pompa peristaltik yang ada, karena pompa peristaltik sendiri menggunakan tegangan dengan arus listrik searah/*Direct Current*. Tegangan ini umum digunakan untuk menjalankan berbagai perangkat elektronik, seperti motor DC, modul sensor, relay dan mikrokontroler [39].

Fungsi utama dari *power supply* atau catu daya ini antara lain yaitu, menyediakan tegangan stabil sebesar 12V DC, melindungi perangkat dari fluktuasi tegangan dengan fitur seperti regulator dan proteksi *over-voltage/over-current*, menjadi sumber utama untuk rangkaian elektronika kecil hingga sedang. Dan untuk menggunakan catu daya ini sendiri cukup mudah, cukup sambungkan input *power supply* ke sumber AC 220V. Output 12V DC dihubungkan ke perangkat elektronik, dan perhatikan polaritas (+ dan -) karena DC polaritasnya sangat sensitif. Sebelum menggunakannya ke beban, pastikan tegangan yang keluar benar 12V DC agar bisa maksimal penggunaannya [40].



Gambar 2.21 Power Supply [41]

2.2.10 Software Blynk

Blynk adalah salah satu *platform* IoT yang terkenal karena kemudahan dalam konfigurasinya. Platform ini menawarkan antarmuka intuitif yang memungkinkan pengguna untuk menghubungkan dan mengontrol perangkat IoT dengan cepat melalui aplikasi *mobile* atau *web*. Blynk adalah sebuah layanan aplikasi yang digunakan untuk mengontrol mikrokontroler dari jaringan internet [42].

Aplikasi Blynk memiliki 3 komponen utama. Yaitu aplikasi, server, dan *libraries*. Blynk server berfungsi untuk menangani semua komunikasi di antara smartphone dan hardware.

Cara kerja Blynk sendiri yaitu, dari aplikasi Blynk yang sudah ada UI (*User Interface*) yang kita buat sendiri terdapat berbagai widget yang sudah terhubung ke virtual pin tertentu. Data-data dari widget yang ada di aplikasi akan masuk ke Blynk cloud (server blynk lokal). Untuk sketch (program) yang di upload di ESP32 menggunakan Blynk Library yang terhubung ke Blynk Cloud melalui koneksi internet Wi-Fi atau sejenisnya. Widget di aplikasi berkomunikasi dengan kode program di perangkat melalui virtual pin [43]. Contohnya seperti gambar berikut ini:



Gambar 2.22 Komunikasi Blynk [44]

Blynk adalah platform perangkat lunak IoT lengkap yang dapat membuat prototipe, menyebarkan, dan mengelola perangkat elektronik yang terhubung dari jarak jauh dalam skala apa pun. Baik itu proyek IoT pribadi maupun produk terhubung komersial yang jumlahnya jutaan, kami memberdayakan pengembang dan bisnis untuk menghubungkan perangkat keras mereka ke cloud dan membuat aplikasi iOS, Android, dan web, menganalisis data real-time dan historis dari perangkat, mengendalikannya dari jarak jauh dari mana saja, menerima pemberitahuan penting, dan masih banyak lagi.

Blynk.Console adalah aplikasi web kaya fitur yang melayani berbagai jenis pengguna. Fungsi utamanya meliputi:

1. Konfigurasi perangkat yang terhubung pada platform, termasuk pengaturan aplikasi.
2. Manajemen perangkat, data, pengguna, organisasi, dan lokasi.
3. Pemantauan dan kontrol perangkat jarak jauh

Blynk.Apps adalah aplikasi seluler iOS dan Android asli serbaguna yang memiliki fungsi utama berikut:

1. Pemantauan dan kontrol jarak jauh terhadap perangkat terhubung yang bekerja dengan platform Blynk.
2. Konfigurasi UI seluler selama tahap pembuatan prototipe dan produksi.
3. Otomatisasi operasi perangkat yang terhubung.

Aplikasi yang dibuat dengan Blynk siap digunakan oleh pengguna akhir. Baik mereka adalah anggota keluarga, karyawan, atau pembeli produk, mereka dapat mengunduh aplikasi, menghubungkan perangkat mereka, dan mulai menggunakannya dengan mudah.

Blynk.Edgent adalah solusi paket yang dirancang untuk menyederhanakan koneksi perangkat yang didukung ke platform Blynk, menyediakan akses ke semua fitur canggihnya tanpa pengkodean yang ekstensif. Fitur utama Blynk.Edgent meliputi:

1. Klaim perangkat dan penyediaan Wi-Fi (menghubungkan perangkat dan mengautentikasinya dengan pengguna tertentu).
2. Manajemen konektivitas untuk Wi-Fi, Seluler, dan Ethernet.
3. Transfer data antara perangkat dan cloud.
4. Integrasi API dengan fitur Blynk.Apps dan Blynk.Cloud.
5. Pembaruan firmware melalui udara untuk model perangkat keras tertentu.

Pustaka Blynk adalah pustaka C++ yang mudah digunakan dan portabel, yang telah dikonfigurasi sebelumnya untuk bekerja dengan ratusan papan pengembangan. Pustaka ini mengimplementasikan protokol koneksi streaming, yang memungkinkan komunikasi dua arah dengan latensi rendah.

Blynk.Cloud adalah infrastruktur server yang bertindak sebagai jantung platform Blynk IoT yang mengikat semua komponen menjadi satu. Blynk juga menawarkan server pribadi. Blynk adalah solusi multi-penyewa yang

memungkinkan mengonfigurasi akses pengguna ke perangkat dan data dengan menentukan peran dan izin.

Dengan Blynk dapat mengirim data mentah atau diproses dari sensor atau aktuator apa pun yang terhubung ke MCU. Saat mengirim data ke Blynk, data mengalir melalui Datastream menggunakan protokol Blynk. Kemudian setiap nilai secara otomatis diberi stempel waktu dan disimpan dalam database Blynk.Cloud (dapat mengirim kumpulan data yang diberi stempel waktu jika diperlukan). Datastream adalah saluran yang memberi tahu Blynk jenis data apa yang mengalir melaluinya.

Pin Virtual adalah abstraksi Blynk yang dirancang untuk menukar data apa pun antara perangkat keras dan Blynk. Apa pun yang disambungkan ke perangkat keras akan dapat berkomunikasi dengan Blynk. Dengan Pin Virtual yang dapat mengirim sesuatu dari Aplikasi, memprosesnya di mikrokontroler, lalu mengirimkannya kembali ke ponsel cerdas. Yang dapat memicu fungsi, membaca perangkat I2C, mengonversi nilai, mengontrol servo dan motor DC, dll. Pin Virtual dapat digunakan untuk berinteraksi dengan perpustakaan eksternal (Servo, LCD, dan lainnya) dan mengimplementasikan fungsionalitas khusus.

Pin virtual tidak bergantung pada perangkat keras. Ini berarti jauh lebih mudah untuk memindahkan kode dari satu platform perangkat keras ke platform perangkat keras lainnya di masa depan (ketika menyadari bahwa NodeMCU jauh lebih baik daripada Arduino Uno + ESP-01 yang digunakan). Kontrol lebih besar atas apa yang dilakukan widget saat menggunakan Pin Virtual. Misalnya, jika satu tombol aplikasi mengaktifkan atau menonaktifkan beberapa relay secara bersamaan maka hal itu mudah dilakukan dengan pin virtual, namun hampir tidak mungkin dilakukan dengan menggunakan pin digital.

Pin virtual lebih mudah diprediksi (stabil jika mau) dibandingkan memanipulasi pin digital. Pin Virtual sebenarnya hanyalah cara mengirim pesan dari aplikasi ke kode yang berjalan di papan (melalui server Blynk). Tidak ada korelasi antara Pin Virtual dan pin GPIO fisik apa pun di perangkat keras. Jika ingin Pin Virtual mengubah status salah satu pin fisik, maka harus menulis kode untuk mewujudkannya.

Sebelum mulai mengirimkan data, kita perlu menyiapkan tempat untuk menyimpannya dan memvisualisasikannya. Mari gunakan Chart Widget di Blynk.Console untuk itu dan plot noise yang masuk dari Analog Pin A0 pada perangkat keras.

Buka Blynk.Console -> Zona Pengembang -> Templat -> Buat Templat Baru

Buka Tab Dasbor Web -> Tambahkan Widget Bagan, lalu buka Pengaturan Widget

Tekan Buat Aliran Data Baru -> Pin Virtual

Blynk sendiri sudah cukup banyak yang menggunakannya, karena bisa terbilang masih cukup mudah dan ramah pengguna serta komunitasnya yang aktif untuk sharing berbagai hal. Blynk tersedia untuk diunduh secara gratis di perangkat IOS dan Android. Versi gratisnya sudah terdapat berbagai macam fitur dasar yang cukup untuk proyek kecil dan pengujian, sedangkan versi berbayarnya kita bisa mengakses lebih banyak fitur dan kapasitas untuk proyek yang lebih besar dan kompleks.

2.3 Analisis Stakeholder

Pada Tugas Akhir ini, alat akan digunakan oleh petani hidroponik yang bertujuan untuk memonitoring perkembangan dan kondisi tanaman melon secara jarak jauh melalui aplikasi yang sudah terhubung. Berikut adalah tabel penjelasan keterkaitan dengan *stakeholder* yang ditunjukkan pada Tabel 2.2 yaitu:

Tabel 2.2 Analisis *Stakeholder*

Stakeholder	Interest	Power	Engagement Strategy
Owner	Medium	High	Memberikan izin penggunaan produk serta ujicoba yang diajukan oleh tim
Karyawan (Petani)	High	Medium	Membantu dalam menerapkan alat

Stakeholder	Interest	Power	Engagement Strategy
			yang dibuat oleh tim

2.4 Analisis Aspek yang Mempengaruhi Sistem

2.4.1 Aspek Teknis

Dalam aspek teknis ini ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras di sistem ini ada ESP32 sebagai mikroprosesor utama yang mengontrol dan menghubungkan sistem ke internet. Sensor-sensor sebagai pengukuran parameter yang penting. Aktuator berupa pompa peristaltik. Sedangkan untuk perangkat lunaknya ada Blynk, aplikasi berbasis IoT untuk memantau dan mengontrol sistem secara real-time melalui smartphone. Dan koneksi internet, karena stabilitas jaringan internet sangat penting untuk memastikan pengiriman data yang real-time dan pemantauan jarak jauh.

2.4.2 Aspek Agronomi

Dalam aspek agronomi ini terdapat parameter lingkungan yang meliputi, suhu tanaman, dimana suhu tanaman melon sendiri harus dijaga, idealnya antara 25-35°C. Selain itu ada kualitas larutan nutrisi yang meliputi, pH air dengan kadar 6,0-6,5 serta sirkulasi aliran nutrisi dalam sistem NFT harus kontinu agar akar tanaman tidak kekurangan oksigen atau nutrisi.

2.4.3 Aspek Keamanan dan Keandalan

Aspek ini terdiri dari redundansi pada komponen kritis seperti pompa air untuk mencegah kegagalan total, karena air sangat penting dalam sistem hidroponik. Sistem alarm berbasis IoT di Blynk untuk memberitahu jika ada parameter yang keluar dari batas aman dan perlindungan jaringan agar tidak mudah diretas.

2.4.4 Aspek Ekonomi

Dalam aspek ekonomi sendiri meliputi biaya investasi untuk komponen sistem seperti ESP32, sensor, pompa, dan lainnya. Serta efisiensi operasional

karena otomasi ini bisa membantu mengurangi tenaga kerja manual dan meminimalkan kesalahan manusia (*human error*).

2.4.5 Aspek Sosial dan Manajemen

Dalam aspek ini, sistem harus memberikan kemudahan bagi penggunanya. Sistem ini harus *user-friendly* agar dapat dioperasikan oleh petani tanpa latar belakang teknis. Bisa dengan memberikan pelatihan kepada pengguna sebelum menggunakannya secara langsung berupa pemahaman penggunaan aplikasi Blynk tersebut. Selain itu, dalam aspek ini juga meliputi pemeliharaan berkala untuk sensor, pompa, dan perangkat lainnya.

2.4.6 Aspek Lingkungan

Dalam aspek lingkungan sendiri meliputi efisiensi penggunaan air dan nutrisi serta dampak kepada lingkungan. Sistem NFT sendiri menggunakan air dan nutrisi secara efisien dibanding metode konvensional dan pengelolaan limbah nutrisi atau larutan bekas agar tidak mencemari lingkungan.

2.5 Spesifikasi Sistem

Berdasarkan kajian literatur, dasar teori dan informasi yang didapatkan, kami menulis spesifikasi dan kriteria sistem yang akan dirancang. Berikut rincian spesifikasi sistem alat smart farming tanaman melon hidroponik sistem NFT berbasis IoT menggunakan Blynk dan ESP32 yaitu:

1. Sistem yang dibuat berfungsi untuk memantau kondisi tanaman dengan parameter berupa pH air, suhu, dan kadar nutrisi dalam air melalui aplikasi yang terkait dengan sistem yang dapat dipantau dari jarak jauh.
2. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32 yang telah terintegrasi untuk mengolah parameter yang diukur.
3. Sistem ini dapat dimonitoring secara jarak jauh dan dapat dilakukan secara *real-time* yang disesuaikan dengan sistem yang sudah diatur oleh pihak hidroponik sebelumnya.
4. Menggunakan Aplikasi Blynk yang ramah terhadap user karena dapat diunduh di berbagai jenis handphone serta mudah dalam penggunaannya.

BAB 3. USULAN SOLUSI

Pada rumusan masalah yang terdapat di BAB 1, maka penulis memberikan usulan solusi yang sesuai dengan kebutuhan dalam *engineering* desain dan untuk menjawab rumusan masalah tersebut. Metode dari Tugas Akhir yang digunakan yaitu:

1. Studi Literatur

Melakukan tinjauan literatur yaitu mempelajari dan memahami mendalam terkait literatur-literatur dari jurnal ilmiah, buku, laporan penelitian serta video yang relevan dengan penelitian tentang *Smart Farming* Tanaman Melon Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) Berbasis IoT Menggunakan Blynk Dan Esp32. Studi literatur berguna dalam hal pemahaman terhadap konsep-konsep umum yang akan diterapkan pada tugas akhir serta menjelaskan perbedaan dari penelitian sebelumnya yang telah dilakukan. Luaran dari proses studi literatur ini adalah pengetahuan konsep tentang sistem yang akan dibuat.

2. Analisis

Menganalisis keseluruhan berdasarkan konsep pengetahuan yang sudah didapatkan dari tahap studi literatur akan digunakan sebagai panduan tahapan dalam melakukan analisis kebutuhan sistem. Sehingga keluaran dalam tahapan ini adalah terbentuknya spesifikasi dari sistem perangkat lunak dan perangkat keras.

3. Observasi

Melakukan observasi kepada pelaku petani melon hidroponik baik itu yang dijalani secara individu atau dibawah perusahaan untuk mendapatkan informasi-informasi yang lebih optimal dan lebih akurat. Dalam tahap observasi ini kita juga melakukan wawancara untuk mendapatkan informasi tentang melon hidroponik secara akurat dan sistem seperti yang sangat dibutuhkan oleh petani di masa sekarang.

4. Desain

Pada tahap ini dilakukan desain sistem yang akan dibuat berdasarkan spesifikasi sistem yang dibutuhkan yang telah dibuat pada tahap analisis. Keluaran dari tahapan ini adalah terbentuknya hasil desain dari sistem. Tahap desain akan dibagi menjadi dua yaitu tahap desain perangkat lunak dan perangkat keras.

5. Implementasi Sistem

Pada tahapan implementasi akan dilakukan proses perakitan sensor dan aktuator pada sistem hidroponik. Untuk mendapatkan nilai sensor yang akurat dibutuhkan kalibrasi terhadap masing-masing sensor dalam merangkai komponen-komponen perangkat keras. Proses kalibrasi dilakukan dengan melakukan pencocokan terhadap hasil pembacaan dari sensor dengan alat pertanian yang memiliki fungsi yang sama. Cara melakukan kalibrasi masing-masing sensor agar akurat adalah dilakukan dengan cara mencocokkan pengukuran dengan alat pertanian yang sejenis yang sesuai dengan indikator yang akan diukur. Hasil dari proses kalibrasi ini adalah ketepatan dari pembacaan sensor yang sesuai dengan alat pertanian yang sudah ada. Jika pembacaan sensor yang terhubung dengan alat pertanian hidroponik yang sejenis sudah cocok, maka proses kalibrasi berhasil dilakukan.

6. Testing Sistem

Pada tahap testing akan dilakukan pengujian terhadap keseluruhan sistem yang telah dibuat. Pengujian terhadap sistem dilakukan dengan cara melakukan test case dimana setiap case memiliki skenario yang harus dilakukan. Tahap ini akan selesai jika seluruh test case telah berhasil dijalankan tanpa kendala. Luaran dari tahap ini adalah dokumentasi seluruh test case yang telah dijalankan.

Prosedur test yang akan dilakukan mulai dari pengujian seluruh sensor yang digunakan beserta aktuator berupa relay yang terhubung ke pompa peristaltik.

Tabel 3.1 Pengujian Sistem

No	Jenis Uji coba	Hasil yang diinginkan
1	Pengujian terhadap sensor suhu DHT22	membaca suhu sekitar tanaman melon dan mengirimkan datanya ke ESP32 lalu ditampilkan dalam LCD serta Aplikasi Blynk
2	Pengujian terhadap sensor PH SEN0161	membaca tingkat PH Air yang mengalir pada paralon hidroponik tanaman melon dan mengirimkan datanya ke ESP32 lalu ditampilkan dalam LCD serta Aplikasi Blynk.
3	Pengujian terhadap sensor TDS	membaca tingkat kandungan suatu zat terlarut dalam air dan mengirimkan datanya ke ESP32 lalu ditampilkan dalam LCD serta Aplikasi Blynk. Ketika sensor TDS terbaca <400 maka, maka ESP32 akan mengirimkan perintah ke relay untuk membuka pompa peristaltik yang terhubung ke cairan nutrisi lalu mengalirkannya pada paralon hidroponik
4	Pengujian terhadap relay	memberikan daya pada pompa yang berkisar 12V, apakah mampu berfungsi sebagai sakelar/switching
5	Pengujian terhadap pompa peristaltik	Dengan menguji langsung dihubungkan ke adapter/power supply 12V, apakah bisa menyala secara maksimal. Dan diuji juga dengan dihubungkan ke relay
6	Pengujian terhadap aplikasi	dapat terkoneksi dengan internet dan dapat menampilkan nilai-nilai yang diberikan oleh sensor sesuai dengan LCD, dimana LCD sendiri seperti serial monitor

7. Dokumentasi Tugas Akhir

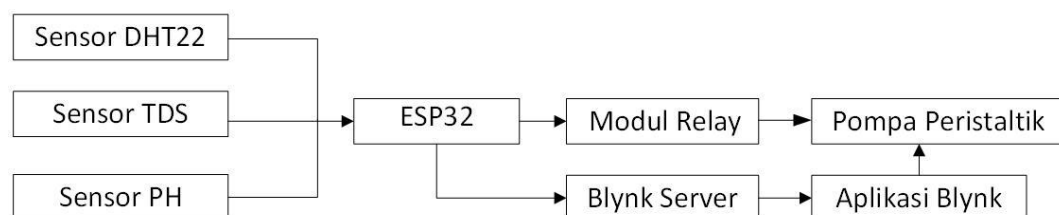
Dokumen tugas akhir ini adalah hasil luaran seluruh tahap proses penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, kesimpulan dari penelitian tugas akhir yang telah dikerjakan, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

3.1 Usulan Solusi

Usulan solusi yang kami berikan adalah sebuah sistem pertanian hidroponik yang kita sebut dengan *Smart Farming*, sistem ini berfungsi untuk memantau kondisi tanaman melon hidroponik ini mulai dari pH airnya, kadar nutrisi dalam air, serta suhu lingkungan sekitarnya. Selain memantau parameter-parameter tersebut, nantinya *Smart Farming* ini dapat menjalankan atau menggantikan tugas pemberian nutrisi yang sebelumnya dijalankan secara manual menjadi otomatis. Untuk mendeteksi parameter-parameternya menggunakan sensor, mulai dari sensor Suhu DHT22 untuk mengukur suhu lingkungan, sensor PH SEN0161-V2 untuk mengukur pH dalam air, dan sensor TDS untuk mengukur kadar nutrisi dalam air. Data yang didapat dari sensor ini akan diteruskan ke mikrokontroler ESP32 untuk diolah datanya kemudian diteruskan ke aktuator berupa pompa peristaltik untuk menjalankannya secara otomatis. Terdapat pompa peristaltik yang berfungsi untuk memindahkan cairan nutrisi dari wadahnya menuju sumur reservoir. Data dari parameter-parameter tersebut juga akan diteruskan ke aplikasi Blynk agar dapat dimonitoring secara *real-time* dari jarak yang jauh sekalipun.

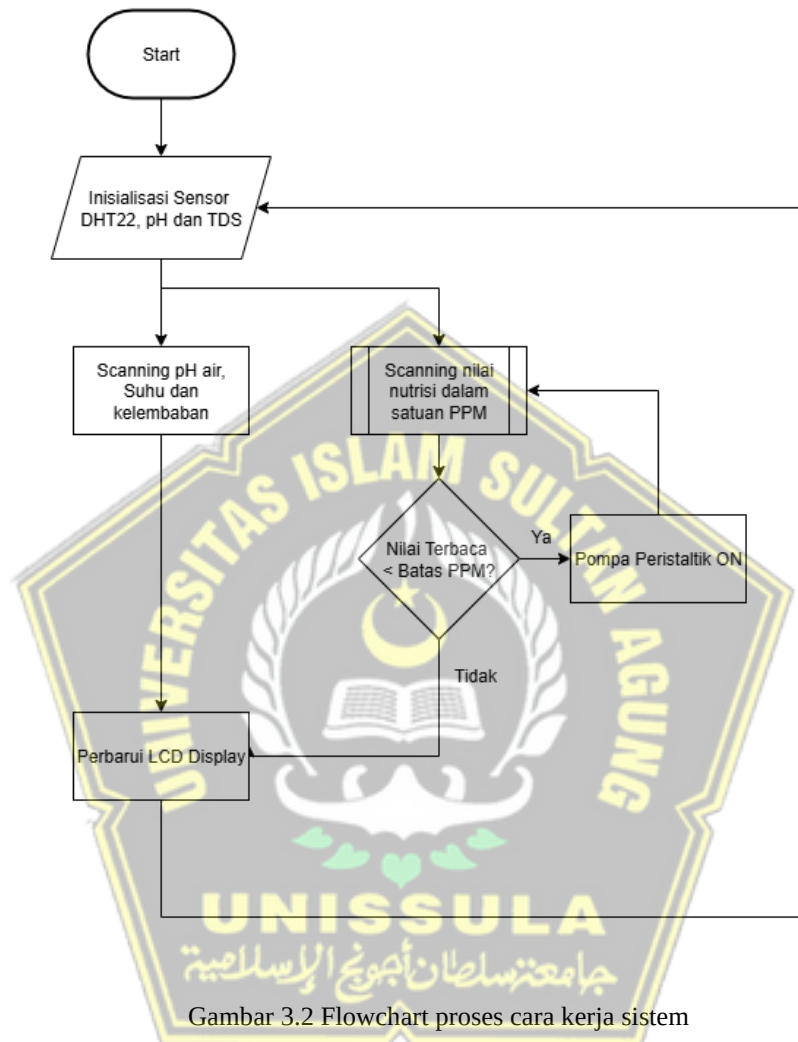
3.1.1 Desain Sistem

Pada rancangan sistem dari usulan solusi yaitu *Smart Farming* Tanaman Melon Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) Berbasis IoT Menggunakan Blynk Dan ESP32 Di Oemah Hidroponik Pati Utara. Pada Gambar 3.1 merupakan diagram blok dari sistem yang akan dirancang. Sistem ini memiliki input berupa sensor suhu DHT22, Sensor TDS, dan sensor PH SEN0161 untuk mendeteksi parameter berupa suhu, kadar nutrisi, dan pH air.



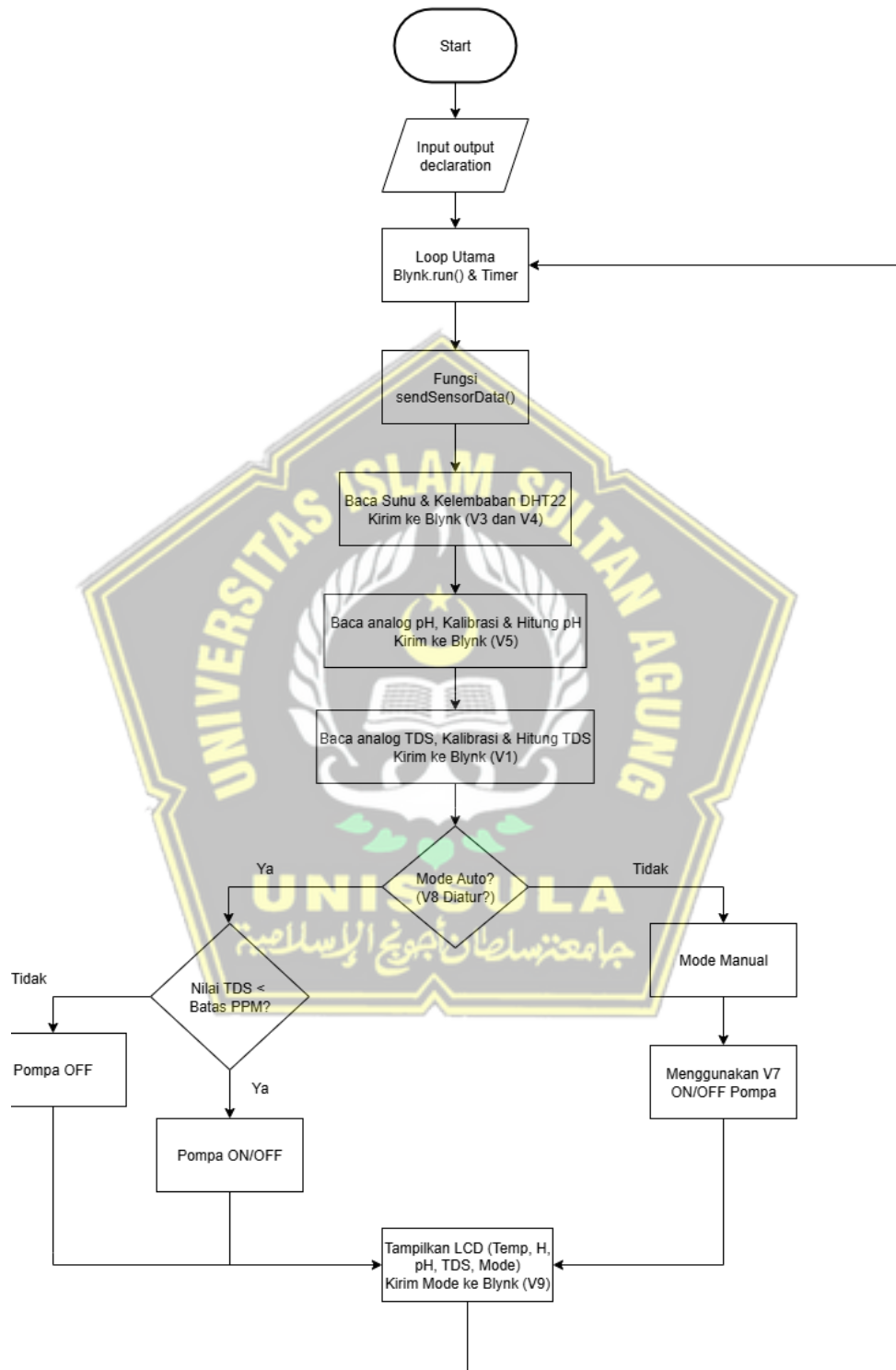
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

Gambar 3.2 di bawah ini adalah flowchart dari proses cara kerja sistem secara umum.



Gambar 3.2 Flowchart proses cara kerja sistem

Dan berikut ini adalah gambar 3.3 flowchart softwarenya



Gambar 3.3 Flowchart Software

Gambar 3.4 dan 3.5 di bawah ini adalah kondisi yang ada di Green house hidroponik Pati



Gambar 3.4 Penampakan Reservoir di Greenhouse

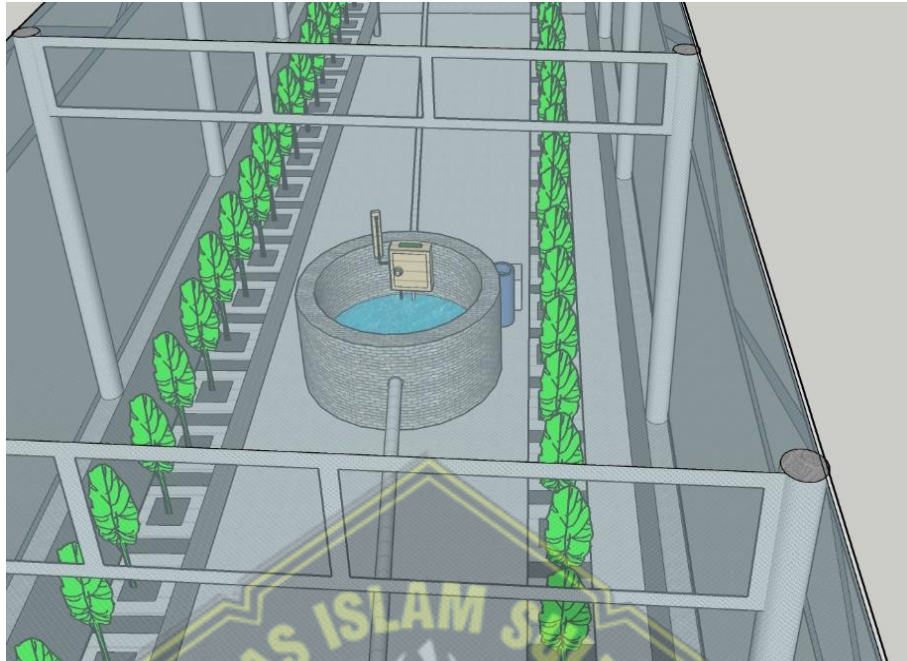


Gambar 3.5 Kondisi dalam Greenhouse

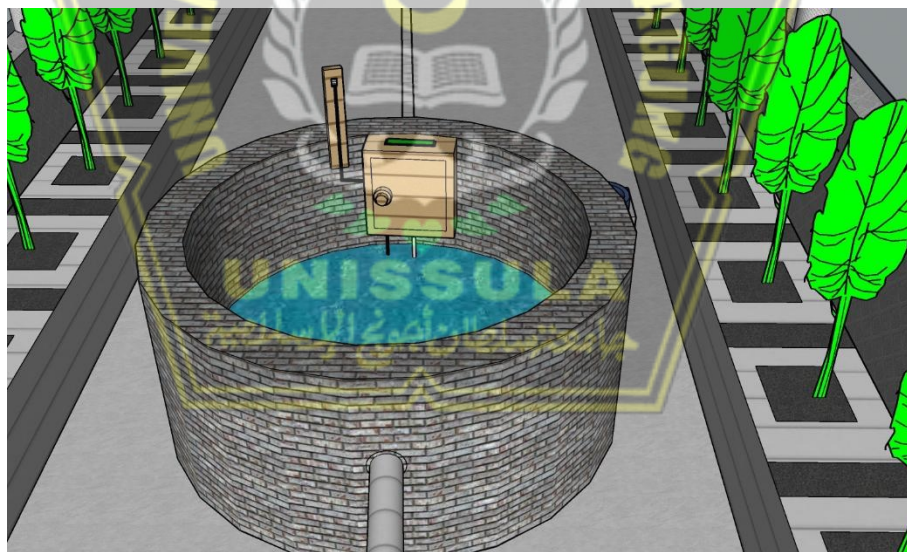
Gambar 3.6, 3.7, 3.8, dan 3.9 di bawah ini adalah ilustrasi dari penempatan sistem di *green house* pertanian melon hidroponik ilustrasi sistem secara keseluruhan



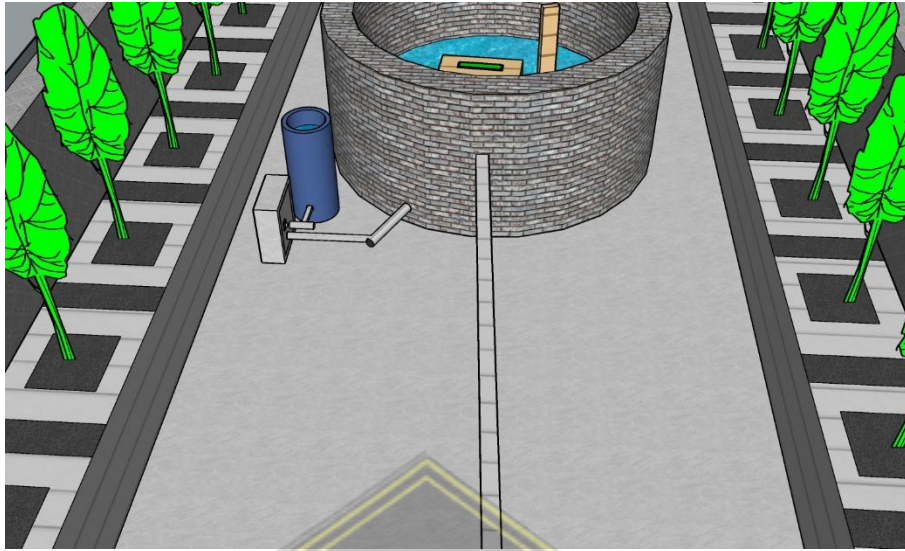
Gambar 3.6 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak luar



Gambar 3.7 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak atas

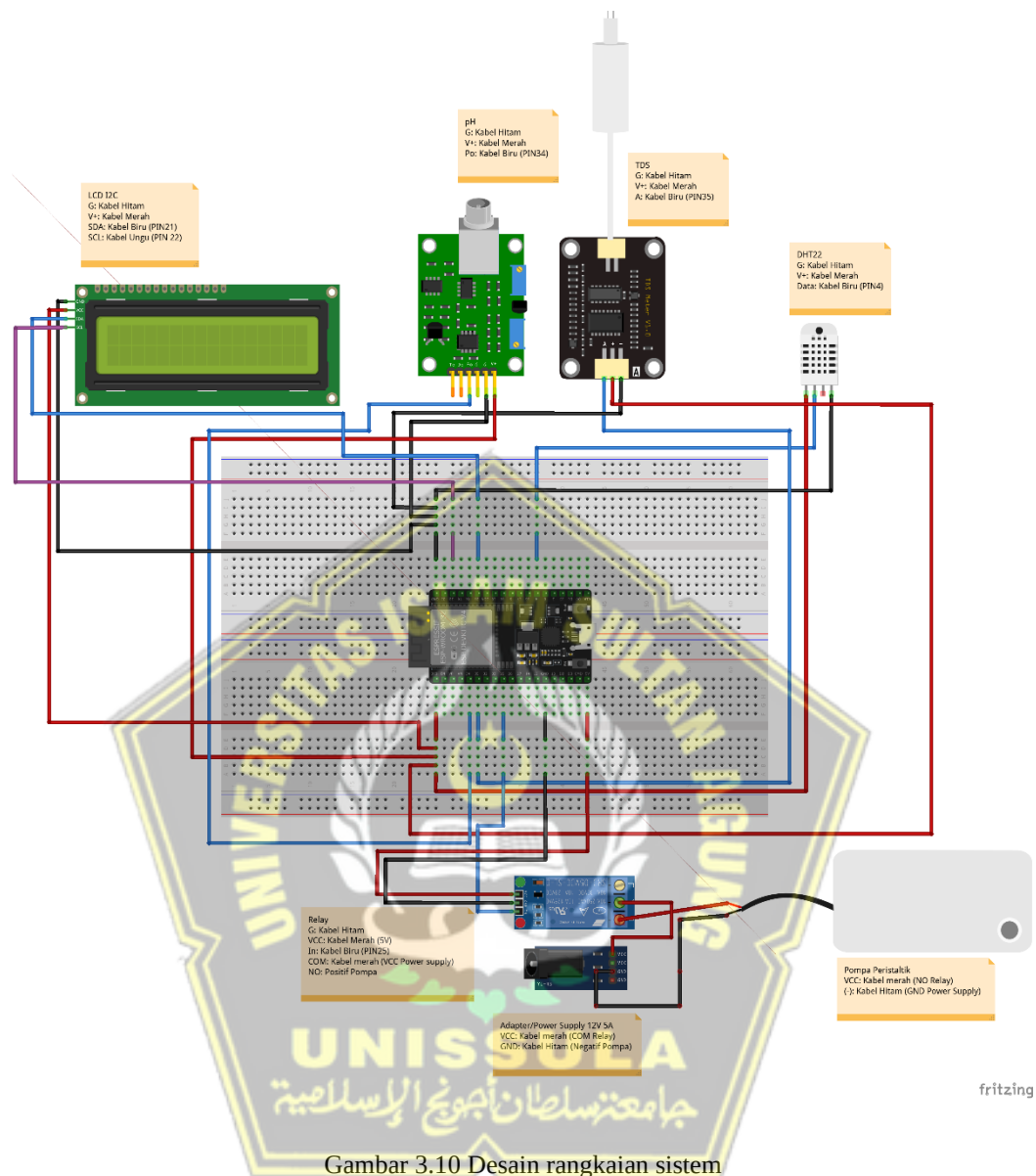


Gambar 3.8 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak sumur dan alat



Gambar 3.9 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak kotak pompa dan wadah nutrisi





Gambar 3.10 Desain rangkaian sistem

Pada usulan sistem *Smart Farming* Tanaman Melon Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) Berbasis IoT Menggunakan Blynk dan ESP32 di Oemah Hidroponik Pati Utara, maka diperlukan inventarisasi kebutuhan sistem perangkat keras. Tabel 3.2 memperlihatkan kebutuhan sistem sesuai usulan dan spesifikasi yang dibutuhkan.

Tabel 3.2 Inventarisasi Kebutuhan Sistem

No	Nama Alat	Keterangan
1	Panel Box (pelindung alat)	Dibuat sebagai pelindung dan penutup rangkaian alat. Perangkat ini menggunakan bahan Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) atau Kayu yang kuat.
2	Mikrokontroler ESP32	Berfungsi untuk menjalankan seluruh rangkaian dan sebagai inti dari sistem ini. Data yang dikirimkan dari sensor akan diolah di ESP32 ini yang kemudian akan dieksekusi sesuai yang dibutuhkan sistem
3	Sensor TDS	Sensor yang dapat membaca nilai padatan atau kadar nutrisi dalam suatu cairan dalam satuan part per million (ppm)
4	Sensor SEN PH0161	Sensor yang dapat membaca suatu nilai keasaman atau pH dalam air
5	Sensor suhu DHT22	Sensor yang dapat membaca suatu temperatur lingkungan sekitarnya
6	LCD	Suatu display yang dapat menampilkan nilai-nilai parameter yang dibaca oleh sensor
7	Relay	Berfungsi sebagai sakelar dimana di sistem ini sebagai alat untuk buka/tutup pompa
8	Power Supply 12V DC 5A	Berfungsi untuk menyuplai tegangan yang dibutuhkan oleh pompa dengan mengkonversi tegangan 220V ke tegangan 12V.
9	Pompa Peristaltik	Berfungsi untuk memompa dan memindahkan cairan nutrisi dari wadah nutrisi ke reservoir

Dikarenakan sistem ini tidak hanya menggunakan sistem perangkat keras, namun juga perangkat lunak berupa aplikasi. Maka, dalam usulan perancangan ini, kami melakukan usulan sistem aplikasi yang digunakan. Aplikasi monitoring *Smart Farming* ini tentu saja di desain sesuai dengan hasil observasi yang menunjukkan bahwa monitoring pertanian hidroponik ini masih dilakukan secara manual, sehingga kami memberikan solusi untuk memudahkan para petani hidroponik ini dalam memonitoring pertumbuhan melon dengan menggunakan perangkat

smartphone yang lebih efisien. Desain aplikasi dibuat *compatible* dengan aplikasi Blynk dapat dilihat pada tampilan seperti pada Gambar 3.11 berikut ini:



Gambar 3.11 Tampilan Aplikasi Blynk

3.1.2 Rencana Anggaran Desain Sistem

Berdasarkan spesifikasi sistem yang dibutuhkan, berikut merupakan rancangan anggaran usulan desain sistem yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut

Tabel 3.3 Rancangan Anggaran Biaya Sistem

No	Item/Pengeluaran	Satuan	Harga Satuan	Jumlah	Harga Total
1	Panel Box (pelindung alat)	Pcs	Rp 150.000	1	Rp 150.000
2	Mikrokontroler ESP32	Pcs	Rp 85.000 Rp 80.000	2	Rp 165.000
3	Sensor TDS	Pcs	Rp 210.000 Rp 115.000	2	Rp 325.000
4	Sensor SEN PH0161	Pcs	Rp 232.000	1	Rp 232.000
5	Sensor suhu DHT22	Pcs	Rp 30.000	1	Rp 30.000
6	LCD	Pcs	Rp 25.000	1	Rp 25.000
7	Single/dual channel relay	Pcs	Rp 10.000 Rp 10.000 Rp 25.000	3	Rp 45.000
8	Power Supply 12 Volt	Pcs	Rp 65.000	1	Rp 65.000
9	Pompa Peristaltik	Pcs	Rp 125.000	1	Rp 125.000
10	Kabel Jumper	Pcs	Rp 11.000	40	Rp 11.000
11	PH powder	Pcs	Rp 3.000	3	Rp 9.000
12	Aqua destilasi	Pcs	Rp 3.000	1	Rp 3.000
13	Botol 250 ml	Pcs	Rp 1.000	3	Rp 3.000
14	Expansion	Pcs	Rp 75.000	1	Rp 75.000
15	Kabel ukuran 1,5 mm	Pcs	Rp 6.000	1	Rp 6.000
16	Steker	Pcs	Rp 5.000	1	Rp 5.000
Total Belanja					Rp 1.274.000

3.1.3 Analisis Risiko Desain

Analisis resiko desain sistem ini memiliki beberapa kekurangan yang berdampak terhadap pembuatan *Smart Farming* ini yang meliputi 2 aspek, yaitu :

3.1.3.1 Aspek Engineering

Pada aspek *engineering* terdapat beberapa resiko yang dapat terjadi dalam pembuatan alat Tugas Akhir yaitu ketika koneksi terputus dikarenakan mati listrik dan sebagainya, maka sensor tidak bisa membaca dan sistem akan mati. Karena sumber listrik hanya mengandalkan listrik PLN.

3.1.3.2 Aspek Sosial

Pada aspek sosial *terdapat* suatu resiko yang dapat terjadi dalam pembuatan alat Tugas Akhir yaitu *ketergantungan* terhadap penggunaan internet.

3.1.4 Pengukuran Performa

Sistem ini memiliki beberapa parameter pengukuran diantaranya tingkat keasaman air/pH air, kadar nutrisi/padatan dalam air, dan suhu lingkungan sekitar. Parameter tersebut merupakan aspek yang penting dalam *Smart Farming* ini untuk meminimalisir terjadinya kegagalan panen dalam pertanian melon hidroponik ini. Solusi ini dipilih berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan bahwa pada standar pertanian melon hidroponik ini melakukan pemantauan secara langsung terhadap parameter-parameter diatas. Sehingga dengan adanya usulan ini proses pengecekan, *controlling*, dan *monitoring* pertanian melon hidroponik ini jadi lebih mudah.

3.2 Gantt Chart

Berikut adalah upaya dalam memenuhi target yang ingin dicapai dalam pengerjaan sistem *Smart Farming* Tanaman Melon Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) Berbasis IoT menggunakan Blynk dan ESP32 di Oemah Hidroponik Pati Utara, dimana perencanaan tersebut dapat dilihat pada pembagian tugas pada Tabel 3.4. dengan seksama yaitu:

Tabel 3.4 *Gantt chart* pelaksanaan *capstone*

No	Kegiatan/ Capaian	2024				2025					
		S	O	N	D	JA	F	MA	A	ME	JU
1	Survei dan Identifikasi Permasalahan	H, R, S	H, R, S								
2	Mencari Literatur dan Informasi untuk kebutuhan dan spesifikasi sistem	H	R, S	H, R, S	H, R, S						
3	Mengumpulkan seluruh ide solusi dan finalisasi usulan perancangan sistem beserta manajemen dan rancangan belanja		H	R	H, S	H, R, S					

No	Kegiatan/ Capaian	2024				2025					
		S	O	N	D	JA	F	MA	A	ME	JU
4	Pembelian alat dan bahan				S	H, S	R, S			H,S	
5	Pengumpulan proposal Tugas Akhir 1/ <i>Capstone</i> dan Seminar				H, R, S		H, R, S				
6	Perancangan sistem sesuai proposal					H, R, S	H, R, S	H,S	H R S	H,R, S	H, R,S
7	Pembuatan Alat						H, R, S		H R S	H,R, S	H, R,S
8	<i>Testing</i> dan Validasi						H, R, S			H,R, S	H, R,S
9	Expo dan pengumpulan Tugas Akhir							H,R, S			H, R,S

*Keterangan: H: Hafizh, R: Royyan, S: Syahrul

3.3 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

Berdasarkan *timeline* pada *Gantt chart* dalam pembuatan *Smart Farming* Tanaman Melon Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) berbasis IoT Menggunakan Blynk dan ESP32, maka realisasi pelaksanaan tugas akhir dapat dilihat pada Tabel 3.5 di bawah ini

Tabel 3.5 Realisasi Pelaksanaan Tugas Akhir 1

No.	Hari, Tanggal, Durasi (Jam/Hari)	Aktivitas	Pelaksana/PIC
1	Senin, 23/09/2024, 13:00	Bimbingan TA 1, penentuan topik masalah serta latar belakang judul	Hafizh, Royyan, Syahrul
2	Selasa, 24/09/2024, 11:00	Pencarian referensi dan inovasi baru	Hafizh, Royyan, Syahrul
3	Senin, 30/09/2024, 12:30	Bimbingan TA 1, membahas latar belakang masalah dan rumusan masalah serta review jurnal	Hafizh, Royyan, Syahrul
4	Senin, 30/09/2024, 19:00	Penulisan BAB 1	Hafizh
5	Rabu, 02/10/2024, 10:00	Survei ke Laguna Greenhouse	Hafizh, Royyan, Syahrul
6	Jum'at, 04/10/2024, 14:00	Survei ke hidroponik MAJT	Hafizh, Royyan, Syahrul

No.	Hari, Tanggal, Durasi (Jam/Hari)	Aktivitas	Pelaksana/PIC
7	Senin, 07/10/2024, 13:00	Bimbingan TA 1	Hafizh, Royyan
8	Selasa, 08/10/2024, 19:00	Penulisan BAB 2	Hafizh
9	Senin, 21/10/2024, 13:00	Bimbingan TA 1, membahas progress BAB 1 dan 2	Hafizh, Royyan, Syahrul
10	Rabu, 23/10/2024, 21:00	Revisi BAB 1 dan 2	Hafizh
11	Senin, 28/10/2024, 13:00	Bimbingan TA 1	Hafizh, Royyan, Syahrul
12	Selasa, 29/10/2024, 10:30	Penulisan BAB 3 serta Revisi BAB 2	Hafizh, Royyan, Syahrul
13	Sabtu, 02/11/2024, 15:00	Survei ke hidroponik Pati dan pengajuan mitra	Hafizh, Royyan, Syahrul
14	Rabu, 20/11/2024, 09:00	Membuat desain sistem dan rangkaian sistem	Hafizh
15	Senin, 25/11/2024, 15:00	Belanja/memesan kebutuhan sistem lewat online	Syahrul
16	Rabu, 11/12/2024, 13.30	Uji coba sensor suhu dan TDS	Hafizh, Royyan

No.	Hari, Tanggal, Durasi (Jam/Hari)	Aktivitas	Pelaksana/PIC
17	Kamis, 12/12/2024, 10.00	Uji coba sensor suhu, TDS, dan pH	Hafizh, Royyan, Syahrul
18	Senin, 6/01/2025, 13.00	Mencari ide solusi dan usulan perancangan	Hafizh, Royyan, Syahrul
19	Selasa, 07/01/2025 15.00	Menyusun laporan bab 3	Hafizh, Royyan, Syahrul
20	Rabu, 08/01/2025 13.30	Bimbingan TA 1, membahas progress BAB 3 dan 4	Hafizh, Syahrul, Royyan
21	Kamis, 09/01/2025 20.00	Revisian PPT proposal TA 1	Hafizh, Syahrul, Royyan
22	Selasa, 14/01/2025 19.00	Revisian laporan dan PPT proposal TA 1	Hafizh, Syahrul, Royyan
23	Senin, 03/02/2025 18.00	Revisian laporan setelah seminar	Hafizh, Syahrul, Royyan

BAB 4. HASIL RANCANGAN DAN METODE PENGUKURAN

4.1. Hasil Rancangan Sistem

Pada proses perancangan sistem *Smart Farming* Tanaman Melon Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) berbasis IoT Menggunakan Blynk dan ESP32. Penulis mengembangkan dari berbagai penelitian *Smart Farming* sebelumnya, dimana sebelumnya banyak yang belum menggunakan IoT. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pemberian nutrisi pada tanaman melon hidroponik secara otomatis, sekaligus memungkinkan para petani dan pemilik mengontrolnya dari jarak yang jauh sekalipun. Dalam Tugas Akhir ini, digunakan kombinasi beberapa sensor seperti sensor *Total Dissolved Solids* (TDS) untuk mendeteksi kadar nutrisi/padatan dalam air, sensor pH untuk mendeteksi tingkat asam basa dalam air, dan sensor DHT22 untuk mendeteksi suhu lingkungan di dalam rumah hidroponik. Selain itu, terdapat aktuator berupa pompa peristaltik yang berfungsi untuk mengalirkan atau memindahkan cairan nutrisi dari wadahnya menuju sumur reservoir sesuai kebutuhannya berdasarkan bacaan sensor TDS.

Rancangan sistem juga mencakup pengembangan perangkat lunak yang memungkinkan koneksi antara mikrokontroler ESP32 dan aplikasi Blynk melalui *Wi-Fi*. Berikut merupakan rincian bagian hasil rancangan sistem secara umum yaitu:

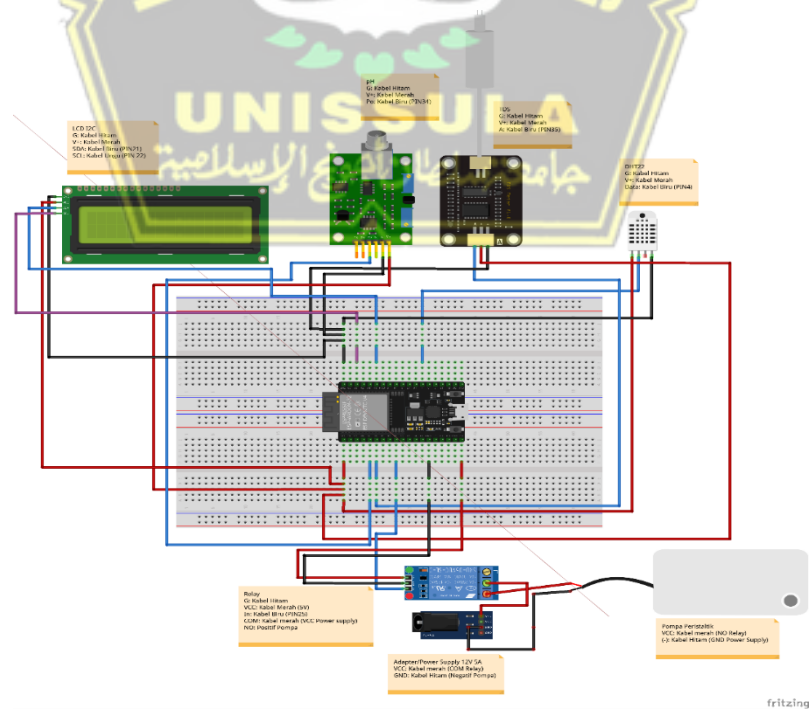
4.1.1. Rangkaian Elektronik

Pada proses *prototyping* alat untuk Tugas Akhir 2 ini, penulis menggunakan komponen yang telah ditentukan dalam BAB 3 Tugas Akhir 1 dalam membuat rangkaian elektronik, dimana komponen-komponen tersebut dapat dilihat pada gambar 4.1 dan tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Komponen yang dibutuhkan

No.	Komponen
1	ESP32
2	Board Expansion ESP32
3	pH Sensor
4	TDS Sensor
5	Temperature Sensor (DHT 22)
6	LCD 16x2 I2C
7	Relay
8	Peristaltic Pump
9	Power Supply 12V DC

Setelah penulis menentukan dan pembelian komponen tersebut, penulis juga membuat rangkaian elektronik tersebut dengan menggunakan *software* fritzing. Berikut merupakan perancangan elektronis dan pembuatan secara langsung yaitu:



Gambar 4.1 Rangkaian Elektronik menggunakan Fritzing

Berdasarkan gambar rangkaian di atas merupakan rangkaian untuk alat *Smart Farming* Tanaman Melon Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) Berbasis IoT Menggunakan Blynk dan ESP32. Dimana, rangkaian tersebut terdiri dari sensor-sensor, ESP32, LCD, Relay, dan *Peristaltic pump*. Sensor yang digunakan adalah TDS meter, pH meter, dan sensor suhu yang berfungsi untuk mendeteksi parameter-parameter. ESP32 yang terhubung dengan WiFi digunakan untuk menghubungkan antara sensor dan komponen lainnya sehingga bisa ditampilkan di output serta aplikasi nantinya. Dari rangkaian di atas output yang digunakan yaitu LCD untuk menampilkan hasil ukur parameter dan relay yang terhubung dengan *peristaltic pump*.

pH sensor digunakan untuk mendeteksi nilai asam basa dalam sumur reservoir. Sensor ini bekerja melalui prinsip elektroda kaca yang menghasilkan tegangan proporsional terhadap konsentrasi ion H^+ . Modul analog mengolah sinyal tersebut agar dapat dibaca oleh arduino. Sensor ini terdiri dari dua bagian utama: probe pH kaca dan modul pemrosesan sinyal analog. Probe tersambung ke modul konektor BNC, dan modul ini kemudian tersambung ke papan mikrokontroler lewat kabel pH2.0. Dalam modulnya, terdapat LED indikator dan potensiometer untuk penyetelan gain.

Total Dissolved Solids (TDS) sensor digunakan untuk mendeteksi nilai kadar nutrisi dan padatan dalam sumur reservoir. Sensor TDS bekerja dengan mengukur konduktivitas listrik larutan, yang berbanding lurus dengan jumlah padatan terlarut di dalamnya seperti garam, mineral, dan logam. Cara kerjanya yaitu dengan pengukuran konduktivitas, sensor ini memiliki dua elektroda yang ditempatkan di dalam larutan. Ketika arus listrik kecil dilewatkan di antara elektroda, ion-ion dalam larutan menghantarkan listrik. Lalu mengkonversinya ke dalam nilai TDS. Semakin banyak ion (yaitu semakin tinggi kandungan zat terlarut), semakin tinggi konduktivitasnya. Sensor mengukur tingkat konduktivitas ini, lalu mengubahnya menjadi nilai TDS dalam satuan *parts per million* (ppm) menggunakan rumus atau faktor konversi standar (biasanya sekitar 0.5 hingga 0.7 tergantung jenis larutan). Lalu, output nilai TDS ini kemudian dikirim sebagai sinyal analog atau digital ke mikrokontroler seperti Arduino atau ESP32 yang

menampilkannya sebagai angka yang dapat dibaca. TDS sensor tidak bisa membaca atau mengidentifikasi jenis zat terlarut, hanya total konsentrasinya saja.

DHT22 digunakan untuk membaca nilai suhu dan kelembaban dalam rumah hidroponiknya. Sensor DHT22 bekerja dengan mengukur suhu menggunakan termistor tipe *Negative Temperature Coefficient* (NTC) yang resistansinya menurun seiring meningkatnya suhu. Perubahan resistansi ini diolah oleh rangkaian internal dan dikonversi menjadi nilai suhu digital. Untuk pengukuran kelembaban, DHT22 menggunakan sensor kapasitif yang terdiri dari dua elektroda dan bahan dielektrik sensitif terhadap kelembaban. Perubahan kelembaban udara mengubah nilai kapasitansi, yang kemudian diterjemahkan menjadi nilai kelembaban relatif oleh sensor. Data hasil pengukuran dikirimkan ke mikrokontroler melalui satu jalur data digital menggunakan protokol komunikasi satu kawat (*One-Wire*). Format data yang dikirim terdiri dari 40-bit, meliputi nilai suhu, kelembaban, checksum untuk validasi data. Sensor DHT22 memiliki akurasi yang cukup tinggi untuk aplikasi umum, dengan rentang suhu dari -40°C hingga 80°C dan kelembaban dari 0% hingga 100% RH. Keunggulan utamanya adalah kemudahan penggunaan dan efisiensi komunikasi, menjadikannya populer dalam berbagai proyek.

Pompa peristaltik digunakan untuk memindahkan atau mengalirkan cairan nutrisi dari dalam wadah menuju sumbu reservoir. Pompa peristaltik bekerja dengan prinsip mekanis yang meniru gerakan peristaltik pada sistem pencernaan. Cairan dipindahkan melalui selang fleksibel yang dipasang di sepanjang lintasan pompa, sementara rol atau sepatu berputar menekan selang secara bergantian. Penekanan ini menciptakan zona tertutup yang mendorong cairan ke arah aliran dan mencegah aliran balik. Ketika rol bergerak maju, bagian selang yang telah dilepaskan kembali ke bentuk semula dan menciptakan efek hisap yang menarik cairan masuk dari sisi inlet. Keunggulan utama pompa peristaltik ini terletak pada isolasi sempurna antara cairan dan komponen mekanis pompa, karena hanya bagian dalam selang yang bersentuhan langsung dengan cairan. Hal ini membuat pompa ini ideal untuk memompa berbagai cairan steril, korosif, atau sensitif terhadap kontaminasi. Selain itu, aliran fluida dapat diatur secara presisi dengan mengendalikan kecepatan putaran motor.

Koneksi antar komponen dirancang sedemikian rupa dengan *Expansion Board* ESP32 untuk memastikan rangkaian rapih dan mudah diidentifikasi. Sistem ini juga dilengkapi dengan LCD 16x2 I2C untuk menampilkan informasi *real-time*, seperti status pH, suhu, kelembaban, dan ppm. Dengan integrasi semua elemen ini, rangkaian elektronik ini mampu menjalankan fungsi otomatisasi dengan stabil dan efisien.

Selain menentukan komponen yang akan digunakan, penentuan arah koneksi antar *input*, *output* dan juga kontrol harus ditentukan agar tidak terjadi kesalahan dalam proses kerja sistem serta memudahkan dalam beberapa tahapan mulai dari sebelum pelaksanaan, pada saat pelaksanaan dan setelah pelaksanaan. Seluruh sistem dirancang dengan konfigurasi sebagai berikut:

1. Sensor Suhu (DHT22):
 - I/O: Terhubung ke pin D4
 - VCC: Terhubung ke pin 3.3V dari ESP32
 - GND: Terhubung ke GND (Ground) ESP32
2. Sensor pH:
 - P0: Terhubung ke pin D34
 - VCC: Terhubung ke pin 3.3V dari ESP32
 - GND: Terhubung ke GND (Ground) ESP32
3. Sensor TDS:
 - A: Terhubung ke pin D35
 - VCC: Terhubung ke pin 3.3V dari ESP32
 - GND: Terhubung ke GND (Ground) ESP32
4. LCD 16x2 (I2C):
 - SDA (Data Serial): Terhubung ke Pin D21
 - SCL (Clock Serial): Terhubung ke Pin D22
 - VCC: Terhubung ke pin 5V dari ESP32
 - GND: Terhubung ke GND (Ground) ESP32
5. Relay:
 - In: Terhubung ke pin D25
 - VCC: Terhubung ke pin 5V dari ESP32

- GND: Terhubung ke GND (Ground) ESP32
- COM: Terhubung ke Positif Power Supply 12V
- NO: Terhubung ke Positif Pompa Peristaltik

6. Power Supply 12V 5A:

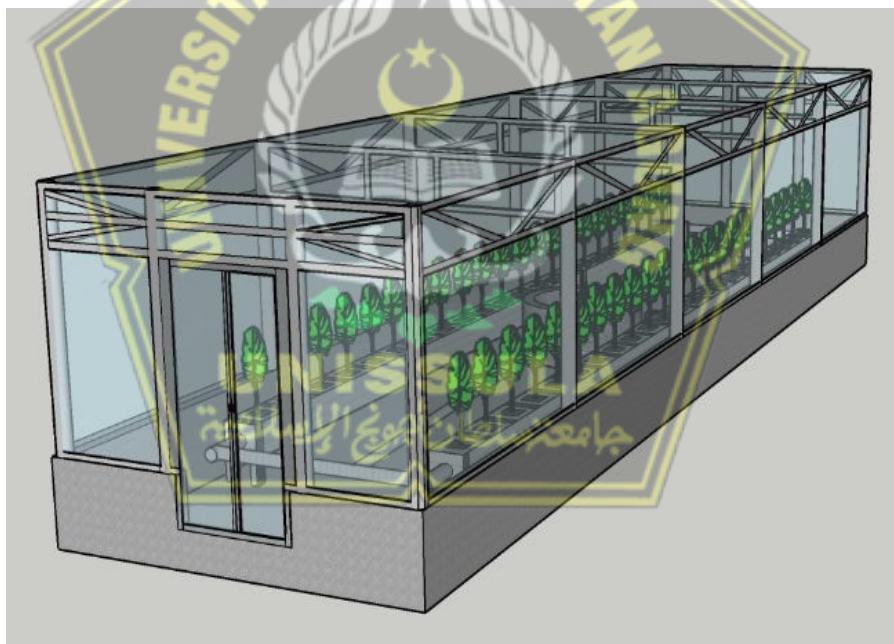
- VCC: Terhubung ke COM Relay
- (-): Terhubung ke Negatif Pompa

7. Pompa Peristaltik:

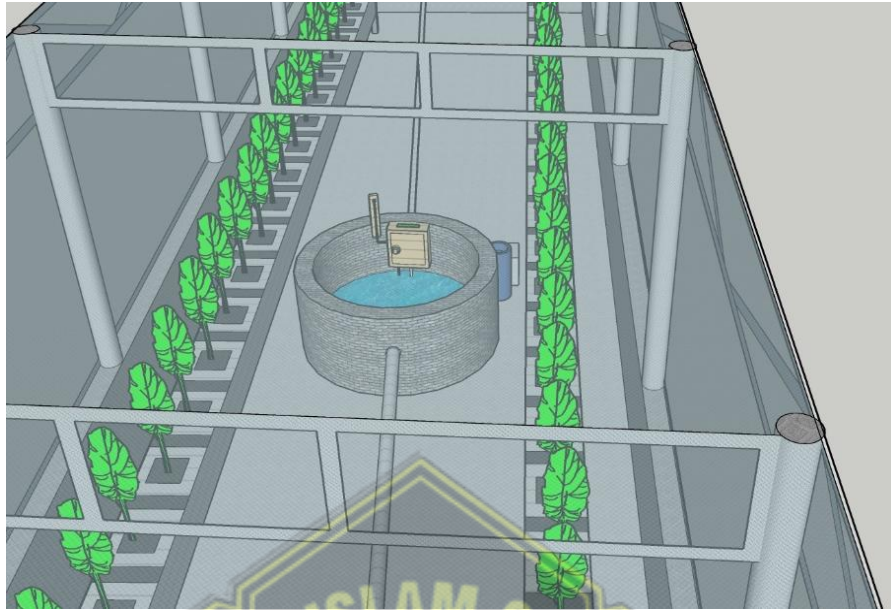
- (+): Terhubung ke NO Relay
- (-): Terhubung ke GND Negatif Power Supply

4.1.2. Gambar Desain Tiga Dimensi (3D)

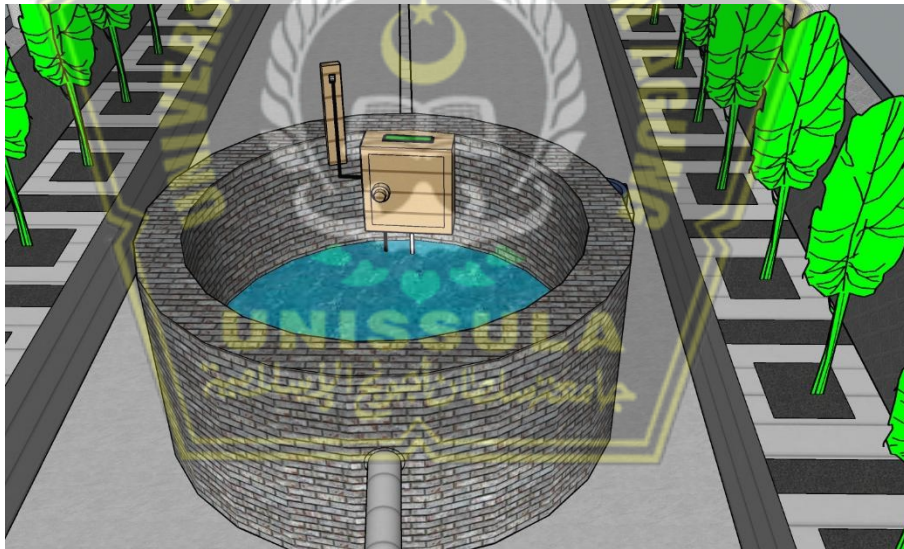
Berikut adalah tampilan realisasi desain 3D dari kondisi lapangan dan penempatan alat dari *Smart Farming*



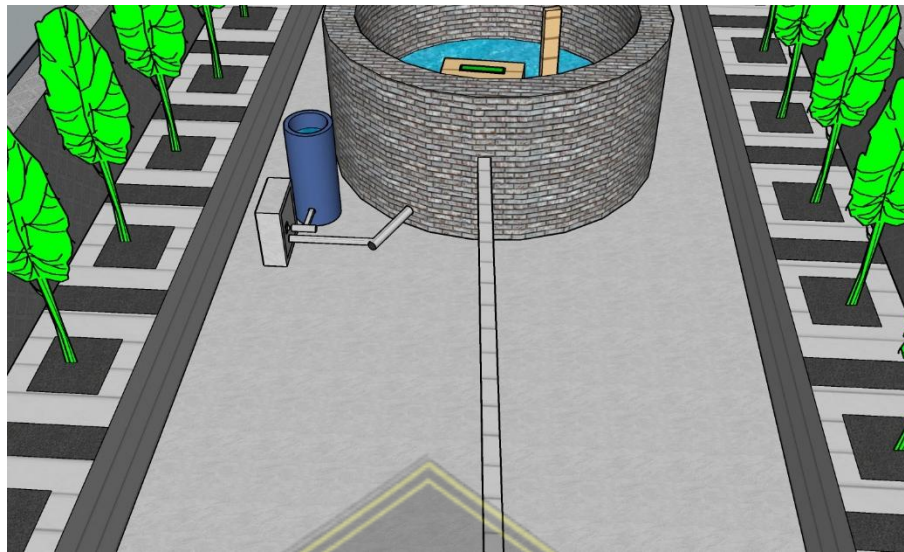
Gambar 4.2 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak luar



Gambar 4.3 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak atas



Gambar 4.4 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak sumur dan alat



Gambar 4.5 ilustrasi sistem secara keseluruhan tampak kotak pompa dan wadah nutrisi

Gambar 4.2 adalah ilustrasi dari rumah hidroponik melon yang ada. Gambar 4.3 sampai gambar 4.5 merupakan gambar penempatan sistem alat yang kami punya. Pada gambar 4.4 terlihat jelas bahwa panel box kami terdapat di dalam sumur dengan menggantung, penempatan menggantung ini bertujuan agar probe sensor TDS dan pH lebih dekat dengan air. Sehingga tidak perlu memanjangkan kabel yang dapat menimbulkan resiko data tidak terbaca akurat. Di dalam panel box sendiri terdapat ESP32 dengan *expansion board*nya terhubung dengan LCD, sensor TDS, sensor pH dan sensor DHT22. Dan untuk probe DHT22 sendiri terlihat menggantung di atas, karena fungsinya untuk membaca suhu dan kelembaban lingkungan. Pada gambar 4.5 terlihat ada wadah nutrisi dan disampingnya merupakan gambaran kotak pompa peristaltik, jadi tujuan pompa peristaltik ditaruh di luar agar dekat dengan wadah nutrisinya dan untuk mengalirkannya ke sumur reservoir cukup dengan selang.

4.1.3. Software atau Interface

Proses perancangan dalam pembuatan *software* dimulai dengan menentukan kebutuhan dalam proses perancangan sistem. Berdasarkan analisa dari kebutuhan didapatkan bahwa *software* yang mudah diakses mulai penggunaannya baik jaringan dan juga akses oleh pengguna. Sehingga ditentukan untuk pemantauan dan

pengontrolan jarak jauh dibuat dalam bentuk aplikasi yang bisa diakses dengan hanya menggunakan *smartphone*.

Untuk membuat *software* IoT yang terhubung dengan Blynk ini kita memerlukan membuat program dalam Arduino IDE terlebih dahulu, dan nantinya program-program tersebut diinisialisasikan dalam Blynk dengan menggunakan virtual pin yang terdapat pada Blynk cloud. Berikut adalah keseluruhan program untuk sistem *Smart Farming* ini:

```
#define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6rNEcoH0M"
#define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Smart Farming"
#define BLYNK_AUTH_TOKEN "JiXCJz17bRKoRK3Kyi8U06M0pIJis0oh"
#define BLYNK_PRINT Serial

#include <WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <BlynkSimpleEsp32.h>
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

char ssid[] = "wifi id";
char pass[] = "88888888";

#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT22
#define pHPin 34
#define TdsSensorPin 35
#define RELAY_PERISTALTIC_PUMP 25

// LCD I2C pada pin SDA 21 dan SCL 22
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
BlynkTimer timer;

float ppmThreshold = 0;
bool manualControl = false;
int manualPumpState = LOW;
String currentMode = "AUTO";

BLYNK_WRITE(V7) {
  manualPumpState = param.asInt();
```

```

manualControl = true;
currentMode = "MANUAL";
digitalWrite(RELAY_PERISTALTIC_PUMP, manualPumpState);
Serial.print("[MANUAL] Pompa Nutrisi: ");
Serial.println(manualPumpState ? "ON" : "OFF");
}

BLYNK_WRITE(V8) {
  ppmThreshold = param.asFloat();
  manualControl = false;
  currentMode = "AUTO";
  Serial.print("[INFO] Ambang Batas PPM: ");
  Serial.println(ppmThreshold);
}

void sendSensorData() {
  float humidity = dht.readHumidity();
  float temperature = dht.readTemperature();

  if (!isnan(humidity) && !isnan(temperature)) {
    Serial.print("[INFO] Suhu: ");
    Serial.print(temperature);
    Serial.print(" °C | Kelembaban: ");
    Serial.print(humidity);
    Serial.println(" %");

    Blynk.virtualWrite(V3, temperature);
    Blynk.virtualWrite(V4, humidity);
  } else {
    Serial.println("[ERROR] Gagal membaca dari sensor DHT!");
  }

  // Pembacaan dan kalibrasi pH
  int analogValuePH = analogRead(pHPin);
  float voltage_ph = analogValuePH * (3.3 / 4095.0);
  float rawpH = 3.5 * voltage_ph + 0.2;
  float pHValue = -0.388 * rawpH + 11.805;

  if (!isnan(pHValue)) {
    Serial.print("[INFO] Nilai pH: ");
    Serial.println(pHValue);
    Blynk.virtualWrite(V5, pHValue);
  } else {
    Serial.println("[ERROR] Gagal membaca nilai pH!");
  }
}

```

```

// Pembacaan dan kalibrasi TDS
int analogValueTDS = analogRead(TdsSensorPin);
float voltage_tds = analogValueTDS / 4095.0 * 3.3;
float rawTds = 38.26 * voltage_tds * voltage_tds + 391.50 *
voltage_tds + 3.88;
float tdsValue = 1.527 * rawTds + 6.25;

if (!isnan(tdsValue)) {
    Serial.print("[INFO] Tegangan TDS: ");
    Serial.print(voltage_tds, 3);
    Serial.print(" V | TDS: ");
    Serial.print(tdsValue);
    Serial.println(" ppm");

    Blynk.virtualWrite(V1, tdsValue);

    if (!manualControl && ppmThreshold > 0) {
        if (tdsValue < ppmThreshold) {
            digitalWrite(RELAY_PERISTALTIC_PUMP, HIGH);
            Serial.println("[AUTO] Pompa Nutrisi ON (PPM di bawah
batas)");
        } else {
            digitalWrite(RELAY_PERISTALTIC_PUMP, LOW);
            Serial.println("[AUTO] Pompa Nutrisi OFF (PPM mencukupi)");
        }
    }
} else {
    Serial.println("[ERROR] Gagal membaca nilai TDS!");
}

// Tampilan LCD
lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("T:");
lcd.print(!isnan(temperature) ? temperature : 0, 1);
lcd.print("C H:");
lcd.print(!isnan(humidity) ? humidity : 0, 0);

lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("pH:");
lcd.print(!isnan(pHValue) ? pHValue : 0, 1);
lcd.print(" TDS:");
lcd.print(!isnan(tdsValue) ? tdsValue : 0, 0);

```

```

    Blynk.virtualWrite(V9, currentMode);
}

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  Blynk.begin(BLYNK_AUTH_TOKEN, ssid, pass);
  dht.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Smart Farming");
  delay(2000);

  analogReadResolution(12);
  timer.setInterval(2000L, sendSensorData);

  pinMode(RELAY_PERISTALTIC_PUMP, OUTPUT);
  digitalWrite(RELAY_PERISTALTIC_PUMP, LOW);
}

void loop() {
  Blynk.run();
  timer.run();
}

```



Smart Farming

Datastreams

Search datastream

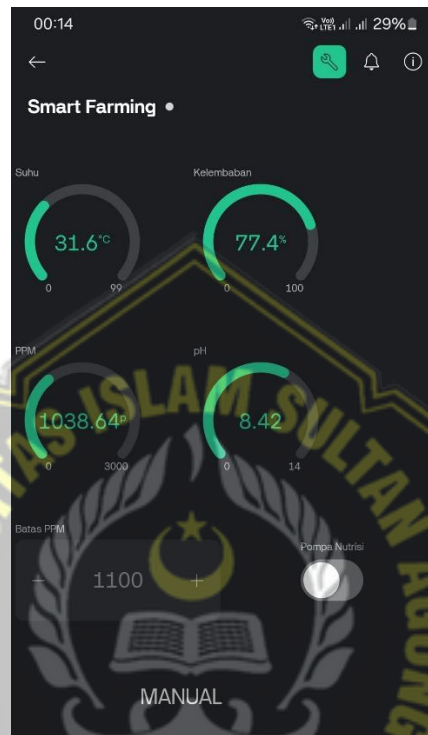
+ New Datastream

7 Datastreams

ID	Name	Pin	Color	Data Type	Units	Is Raw	Min	Actions
12	Batas PPM	V8		Double		false	0	
5	Kelembabann	V4		Double	%	false	0	
6	pH	V5		Double		false	0	
4	Suhu	V3		Double	°C	false	0	
11	Switch Pompa	V7		Integer		false	0	
9	TDS	V1		Double	ppm	false	0	
13	Text Input	V9		String		false		

Gambar 4.6 Virtual PIN dalam Blynk Cloud

Setelah memprogram dan mengkoneksikannya dengan virtual PIN yang sesuai, selanjutnya kita membuat widget-widget yang dibutuhkan dalam aplikasi Blynk di *smartphone*. Berikut adalah *Interface* yang digunakan sebagai software ditinjau pada gambar 4.8:



Gambar 4.7 Interface Aplikasi

4.1.4. Bentuk Alat dari Rancangan

Berikut ini adalah hasil alat dari rancangan-rancangan yang sudah ada, mulai dari rancangan rangkaian elektronik, penempatan, hingga *software*.



Gambar 4.8 Bentuk Alat tampak depan



Gambar 4.9 Bentuk Alat tampak atas

4.2. Metode Pengukuran Kinerja Hasil Perancangan

Dalam proses pengembangan alat *Smart Farming* berbasis IoT ini, diperlukan penyusunan metode pengujian yang benar-benar bisa menggambarkan bagaimana sistem bekerja yang ada pada rumah hidroponiknya. Tujuannya tidak hanya

memastikan alat menyala dan merespons, namun juga untuk melihat sejauh mana alat bisa diandalkan dalam kondisi nyata, khususnya di lingkungan rumah hidroponik Osaka99 Hidrofarm Pati Utara. Sistem ini dibangun dengan ESP32 sebagai pengendali atau otak utamanya dan dikoneksikan melalui *Wi-Fi*, lalu semua datanya dikirim dan diterima oleh Blynk.

Untuk memastikan alat *Smart Farming* ini berfungsi secara optimal dan sesuai dengan kebutuhan. Kriteria pengukuran mencakup aspek akurasi, stabilitas operasional, responsivitas sistem, serta efektivitas antarmuka pemantauan yang memudahkan pengguna dalam mengakses informasi penting. Metode ini dilakukan dengan serangkaian prosedur pengumpulan dan analisis data, sehingga hasil evaluasi kinerja dapat diinterpretasikan secara komprehensif.

4.2.1. Parameter yang Diukur

Smart Farming Tanaman Melon Hidroponik Berbasis IoT ini berfokus pada tiga parameter utama untuk menilai *Smart Farming* secara efektif

1. pH Air (Sensor pH)

Sensor pH ini dipasang di dalam kotak yang menggantung di sumur, dan probenya akan masuk ke dalam air melalui lubang yang terdapat pada bagian bawah box. Sensor ini akan mendeteksi setiap perubahan pH dalam air yang ada di sumur reservoir, dimana nanti akan tampak di LCD pada box dan aplikasi Blynk. Hal ini sangat penting dan membantu, karena tidak perlu mengecek air secara manual setiap jamnya.

2. Jumlah Nutrisi/Padatan dalam Air (TDS)

Sensor TDS ini dipasang di dalam kotak seperti sensor pH. Probenya juga akan masuk ke dalam air melalui lubang yang terdapat pada bagian bawah box. Sensor ini akan mendeteksi setiap perubahan nilai kadar nutrisi/padatan dalam cairan yang ada di sumur reservoir, dan akan tampak di LCD pada box serta aplikasi Blynk. Dari nilai ppm TDS ini juga akan diteruskan ke aktuator yang berupa pompa peristaltik untuk mengalirkan atau memindahkan cairan nutrisi berdasarkan kebutuhan atau bisa mengaktifkannya secara langsung.

3. Suhu lingkungan (sensor DHT22)

Sensor ini dipasang di dalam box yang sama dengan sensor lainnya juga, tetapi untuk probenya dipasang di atas dengan menggunakan kabel yang memanjang keluar. Sensor ini mendeteksi suhu dan kelembaban dalam rumah hidroponiknya.

4.2.2. Definisi Kriteria Kinerja

Kriteria pengukuran kinerja untuk alat ini mencakup beberapa aspek penting yang akan diukur:

1. Akurasi

Kemampuan alat dalam mendeteksi parameter kualitas air (pH dan TDS) serta suhu dan kelembaban (DHT22) dengan tingkat kesalahan minimal. Tingkat akurasi alat dapat dinilai dengan yang terjadi secara langsung.

2. Stabilitas

Pengukuran terhadap konsistensi hasil yang terukur pada alat terhadap nilai yang diukur. Stabilitas alat diuji dengan pemantauan berkelanjutan dalam kurun waktu tertentu.

3. Respon Waktu

Pengukuran respon sistem dilakukan dengan mengukur berapa lama waktu yang dibutuhkan sistem dari saat menerima perintah (baik dari sensor atau aplikasi) sampai aktuator seperti pompa bergerak. Semakin cepat respon yang terjadi maka semakin responsif sistemnya.

4. Efektivitas Penggunaan Aplikasi/Software

Kemudahan akses, kecepatan respon, serta sudut pandang tampilan aplikasi yang nyaman dipakai oleh pengguna dalam proses menampilkan data secara *real-time*.

4.2.3. Langkah Pengukuran

Berikut adalah langkah-langkah dalam pengukuran kinerja alat untuk mendapatkan hasil yang akurat dan sesuai dengan kebutuhan:

1. Persiapan Alat

Pastikan seluruh komponen seperti ESP32, sensor pH, sensor TDS, sensor DHT, LCD, dan pompa peristaltik telah terpasang dan tersambung dengan benar. Lakukan kalibrasi sensor untuk memastikan data yang diperoleh akurat.

2. Instalasi Jaringan IoT

Hubungkan ESP32 ke jaringan *Wi-Fi* dan Blynk library untuk memungkinkan pengiriman data secara *real-time* ke aplikasi Blynk. Pastikan koneksi internet stabil untuk menghindari keterlambatan/*delay* notifikasi.

3. Pengumpulan Data

- Sensor pH mendeteksi nilai asam basa dalam sumur reservoir
- Sensor TDS mendeteksi nilai kadar nutrisi dan padatan dalam sumur reservoir
- Sensor DHT22 mendeteksi nilai suhu dan kelembaban rumah hidroponik

Data dari ketiga sensor dikirim secara berkala ke aplikasi dan ditampilkan dalam bentuk visual agar mudah dipantau pengguna.

4. Monitoring Real-Time

Sistem terus mengirimkan data ke aplikasi secara otomatis. Pembacaan nilai pH, ppm, dan suhu yang *real-time*. Sistem akan mengaktifkan pompa secara otomatis ketika nilai ppm di bawah ambang batas.

5. Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis untuk mengevaluasi performa alat dalam mendeteksi kondisi aktual di kandang.

6. Tindakan Preventif

Berdasarkan hasil pemantauan, pengguna juga bisa mengisi nutrisi secara langsung cukup dengan menekan tombol switch yang ada di aplikasi apabila sistem otomatisnya mengalami gangguan.

7. Evaluasi Kinerja Alat

Setelah dilakukan pengujian dalam jangka waktu tertentu, dilakukan evaluasi terhadap akurasi sensor, keandalan koneksi IoT, serta keefektifan tampilan data di aplikasi. Masukan dari pengguna/petani di lapangan juga dikumpulkan untuk pengembangan sistem lebih lanjut.

Berdasarkan langkah-langkah tersebut, metode pengukuran terhadap hasil kinerja dari *Smart Farming* berbasis IoT dapat dilakukan evaluasi serta dipahami secara menyeluruh.

BAB 5. HASIL PENGUKURAN DAN ANALISIS

5.1. Analisis Hasil

Analisis hasil pengukuran pada sistem *Smart Farming* tanaman melon hidroponik berbasis IoT ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah sistem telah bekerja sesuai dengan rancangan, serta untuk menilai efektivitas sistem dari segi teknis maupun dari sisi pengguna. Analisis ini mencakup evaluasi terhadap ketepatan distribusi cairan nutrisinya, keandalan koneksi IoT, daya tahan perangkat keras, serta pengalaman pengguna berdasarkan observasi atau umpan balik (*Feedback*) lapangan.

5.1.1. Hasil Analisis Pengujian Indikator

Proses pengujian dilakukan berdasarkan rancangan yang telah disusun di Bab 4. Terdapat beberapa aspek utama yang diuji, yaitu: uji ketepatan sensor pH, uji ketepatan sensor DHT, uji ketepatan sensor *Total Dissolved Solids* (TDS), respon otomatisasi sistem terhadap sensor TDS dan pengujian konektivitas Blynk. Berikut ini penjelasan masing-masing pengujian:

5.1.1.1. Uji Ketepatan Sensor pH

Pengujian ketepatan sensor pH ini dilakukan sebagai upaya evaluasi ketepatan pembacaan sensor pH terhadap sumur reservoir di dalam sistem *smart farming* ini. Karena pH sendiri merupakan salah satu faktor penting dalam sistem *smart farming*. Dalam pengukuran dilakukan sebanyak 9 kali pengujian dalam waktu 1 hari dan dilakukan pada waktu pagi, siang dan sore hari. Data hasil pengujian disajikan pada Tabel 5.1 berikut ini:

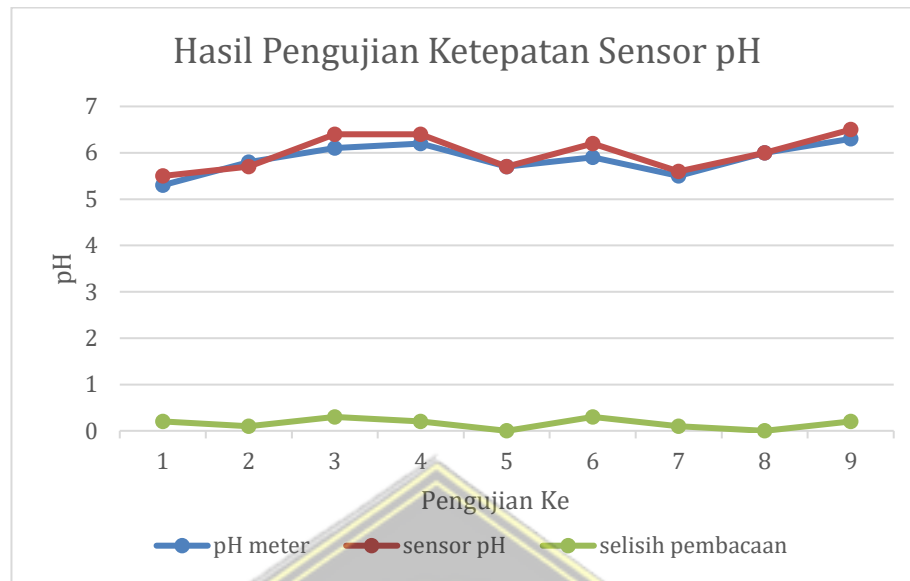
Tabel 5.1 Pengujian Ketepatan Sensor pH

Pengujian Ke	Nilai Terbaca		Selisih Pembacaan	Error
	pH Meter	Sensor pH		
1	5.3	5.5	0.2	3.7 %
2	5.8	5.7	0.1	1.7 %
3	6.1	6.4	0.3	4.9 %

Pengujian Ke	Nilai Terbaca		Selisih Pembacaan	Error
	pH Meter	Sensor pH		
4	6.2	6.4	0.2	3.2 %
5	5.7	5.7	0	0 %
6	5.9	6.2	0.3	5 %
7	5.5	5.6	0.1	1.8 %
8	6.0	6.0	0	0 %
9	6.3	6.5	0.2	3.1 %
Hasil Rata-Rata Error				2.6 %

Hasil pengujian ketepatan sensor pH menunjukkan nilai perbandingan dengan pembacaan secara manual dengan pH meter. Pengujian dilakukan sebanyak enam kali, dengan fokus pada selisih nilai yang terbaca sebagai indikator efektivitas penggunaan sensor dan akurasi pembacaan sensor. Berdasarkan data, nilai pembacaan tingkat asam basa sumur reservoir dengan menggunakan pH meter dan sensor pH sendiri terdapat selisih. Dimana selisih masih dalam rentang normal, yaitu di kisaran 0 – 0.3.

Dalam 9 kali percobaan ini dilakukan 3 kali pengujian setiap waktunya yaitu, 3 kali pengujian pada pagi hari, 3 kali pengujian pada siang hari, dan 3 kali pengujian pada sore hari. Terdapat 2 kali pengujian yang tidak menunjukkan nilai selisih antara pH meter dengan sensor pH. Yaitu percobaan ke-5 dan ke-8, dengan selisih pembacaan 0. Tingkat toleransi dari setiap percobaan masih di batas wajar, sehingga pembacaan sensor pH ini bisa dianggap cukup akurat dan efektif. Dapat dilihat pada gambar 5.1 berikut ini



Gambar 5.1 Grafik hasil pengujian ketepatan sensor pH

5.1.1.2. Uji Ketepatan Sensor DHT22

Pengujian ketepatan sensor DHT22 ini dilakukan sebagai upaya evaluasi ketepatan dalam membaca suhu dan kelembaban dari satu rumah hidroponik itu sendiri. Pengujian dengan membandingkan tingkat akurasi data dengan pembacaan secara manual dengan menggunakan termometer ruangan dan dibandingkan dengan sensor suhu serta kelembaban itu sendiri yaitu DHT22. Dalam pengukuran dilakukan sebanyak 6 kali. Pengujian dilakukan pada waktu pagi, siang dan sore hari. Data hasil pengujian disajikan pada tabel 5.2 berikut ini:

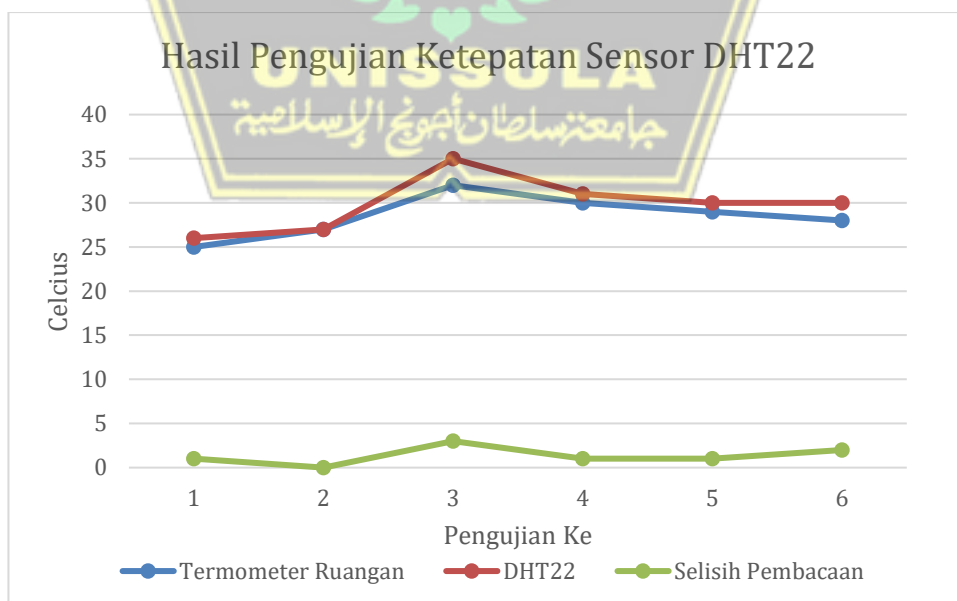
Tabel 5.2 Pengujian Ketepatan Sensor DHT22

Pengujian Ke	Nilai Terbaca		Selisih Pembacaan (°C)	Error
	Termometer Ruangan (°C)	DHT22 (°C)		
1	25°C	26°C	1°C	4 %
2	27°C	27°C	0°C	0 %
3	32°C	35°C	3°C	9.3 %
4	30°C	31°C	1°C	3.3 %
5	29°C	30°C	1°C	3.4 %

Pengujian Ke	Nilai Terbaca		Selisih Pembacaan (°C)	Error
	Termometer Ruangan (°C)	DHT22 (°C)		
6	28°C	30°C	2°C	7.1 %
Hasil Rata-Rata Error				4.5 %

Hasil pengujian ketepatan sensor DHT22 didapat selisih dengan rata-rata selisih pembacaan 1°C dengan pembacaan secara manual menggunakan termometer ruangan. Menggunakan 1 DHT22 yang diletakkan tepat di atas sumur reservoir, sama seperti dengan pembacaan secara manual dimana termometer ruangan yang digunakan juga hanya 1 buah dan diletakkan persis di atas sumur yang sejajar dengan tinggi rata-rata tanaman.

Dalam 6 kali percobaan yang dilakukan dalam kurun waktu 1 hari dan dilakukan 2 kali percobaan pada pagi hari, 2 kali percobaan pada siang hari, dan 2 kali percobaan pada malam hari. Didapat hasil rata-rata selisih pembacaan 1°C. Terdapat pembacaan dengan selisih terbesar yaitu pada percobaan ke-3 dengan selisih pembacaan 3°C. Dan terdapat juga pembacaan tanpa selisih pada percobaan ke-2. Hal ini dapat diklaim bahwa pengujian ketepatan sensor DHT22 dianggap akurat dan efektif.



Gambar 5.2 Grafik hasil pengujian ketepatan sensor DHT22

5.1.1.3. Uji Ketepatan Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS)

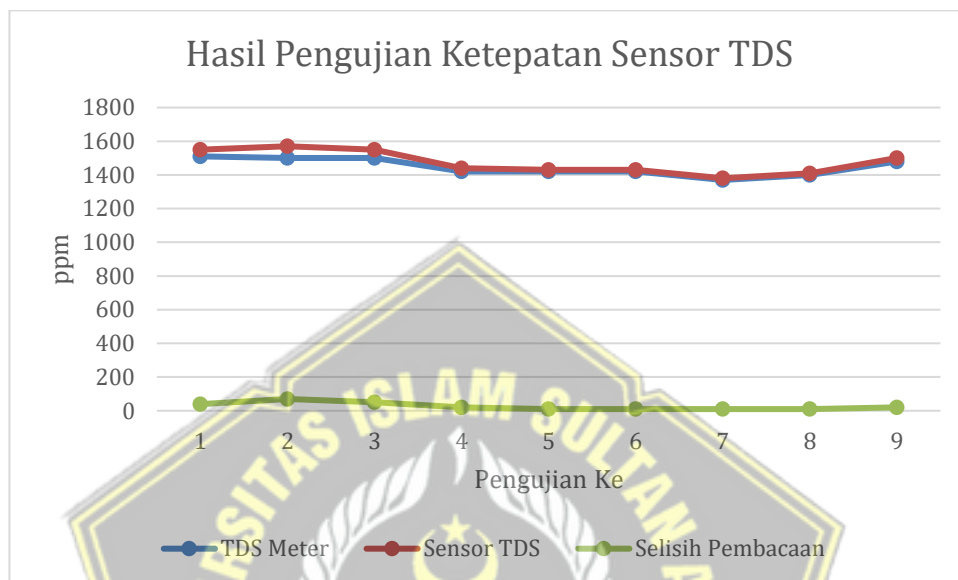
Pengujian ketepatan sensor TDS ini dilakukan sebagai upaya evaluasi dalam ketepatan membaca nilai padatan atau kadar nutrisi dalam sumur reservoir. Pengujian ini dilakukan guna memeriksa selisih dengan pembacaan secara manual menggunakan TDS meter, selisih disini sangat penting karena output pembacaan dari sensor TDS sendiri yang akan meneruskan ke relay menuju pompa peristaltik. Dalam pengukuran dilakukan sebanyak 9 kali pengujian yang dilakukan dalam kurun waktu 1 hari, 3 kali pengujian pada pagi hari, 3 kali pengujian pada siang hari, dan 3 kali pengujian pada sore hari. Data hasil pengujian disajikan pada tabel 5.3 berikut ini:

Tabel 5.3 Pengujian Ketepatan Sensor TDS

Pengujian Ke	Nilai Terbaca		Selisih Pembacaan (ppm)	Error
	TDS Meter (ppm)	Sensor TDS (ppm)		
1	1510	1550	40	2.6 %
2	1500	1570	70	4.6 %
3	1500	1550	50	3.3 %
4	1420	1440	20	1.4 %
5	1420	1430	10	0.7 %
6	1420	1430	10	0.7 %
7	1370	1380	10	0.7 %
8	1400	1410	10	0.7 %
9	1480	1500	20	1.3 %
Hasil Rata-Rata Error				1.7 %

Dikarenakan kami melakukan pengujian pada usia tanaman di kisaran 46 Hari Setelah Tanam (HST) - Panen, ppm yang ideal dibutuhkan adalah ± 1500 ppm. Dari data hasil pengujian yang didapat, terlihat bahwa terdapat selisih pembacaan yang tergolong cukup kecil karena selisih masih di bawah <100 . Karena jika selisih

pembacaan sudah di atas 100 maka akan menimbulkan dampak yang cukup serius bagi kelangsungan hidup tanaman melon hidroponik itu sendiri. Berdasarkan hasil pengujian, ketepatan sensor TDS sendiri bisa dibilang cukup akurat dan efektif dalam *smart farming* ini.



Gambar 5.3 Grafik hasil pengujian ketepatan sensor TDS

5.1.1.4. Uji Respon Otomatisasi Sistem Terhadap Sensor *Total Dissolved Solids* (TDS)

Pengujian respon otomatisasi sistem terhadap sensor TDS ini bertujuan untuk memeriksa apakah pompa peristaltik dapat berfungsi sesuai kebutuhan berdasarkan nilai ppm yang diinput dan berjalan secara otomatis. Pengujian dilakukan secara bersamaan dengan pengujian ketepatan sensor TDS. Pompa peristaltik akan aktif apabila nilai yang diinput pada aplikasi lebih besar daripada nilai terbaca. Contoh, nilai yang diinput pada aplikasi sebesar 1500 ppm, tetapi nilai terbaca sebesar 1400. Maka, pompa peristaltik akan menyala secara otomatis hingga nilai terbaca menunjukkan angka yang sama atau lebih besar dari nilai yang diinput dalam aplikasi. Pengujian dilakukan sebanyak 9 kali dalam kurun waktu 1 hari, diuji 3 kali pada pagi hari, 3 kali pada siang hari, dan 3 kali pada waktu sore hari. Data disajikan pada tabel 5.4 berikut ini:

Tabel 5.4 Pengujian Respon Otomatisasi Sistem Terhadap Sensor TDS

Pengujian Ke	Nilai yang diinput pada Aplikasi (ppm)	Nilai Terbaca (ppm)	Status Pompa	Waktu Respon (detik)	Status Respon
1	1500	1550	Mati	-	Sesuai yang diharapkan
2	1500	1570	Mati	-	Sesuai yang diharapkan
3	1500	1550	Mati	-	Sesuai yang diharapkan
4	1500	1440	Aktif	0.5	Sesuai yang diharapkan
5	1500	1430	Aktif	0.5	Sesuai yang diharapkan
6	1500	1430	Aktif	0.5	Sesuai yang diharapkan
7	1500	1380	Aktif	0.5	Sesuai yang diharapkan
8	1500	1410	Aktif	0.5	Sesuai yang diharapkan
9	1500	1500	Mati	-	Sesuai yang diharapkan

Hasil dari pengujian respon otomatisasi sistem terhadap sensor TDS ini berjalan dengan sesuai yang diharapkan dengan waktu respon rata-rata 0.5 detik untuk mengaktifkan pompa secara otomatis berdasarkan nilai ppm yang sudah diinput pada aplikasi. Pengujian ini membuktikan bahwa sistem *smart farming* ini sudah bekerja secara responsif. Setiap kali nilai nutrisi atau ppm yang terbaca dibawah kebutuhan atau nilai yang diinput, maka pompa peristaltik akan otomatis aktif dan mengisi nutrisi ke sumur reservoir.

Seluruh pengujian menunjukkan waktu respon yang sama tanpa adanya perbedaan waktu atau keterlambatan, yang berarti kinerja sensor dan relay cukup stabil. Tidak ada jeda antara deteksi dan aksi, yang dalam praktiknya penting untuk menjaga kebutuhan nutrisi yang dibutuhkan tanaman melon hidroponik ini secara otomatis tanpa perlu intervensi manual. Berdasarkan hasil ini, bisa disimpulkan sistem kontrol bekerja sesuai harapan dan bisa diandalkan dalam operasional sehari-hari.

5.1.1.5. Pengujian Konektivitas *Internet of Things* (IoT) Aplikasi Blynk

Pengujian koneksi IoT dilakukan sebagai bagian dari evaluasi kestabilan komunikasi antara perangkat ESP32 dengan aplikasi Blynk yang berperan sebagai *interface* atau antarmuka pengguna. Pengujian ini penting untuk memastikan bahwa data dari sensor dapat dikirimkan secara *real-time* tanpa adanya keterlambatan yang signifikan atau gangguan koneksi. Pemantauan dilakukan selama kurang lebih 2 jam, dimulai dari pukul 15.00-17.30 dengan total 6 kali pengujian secara berkala. Hasil pengujian dicatat berdasarkan waktu rata-rata delay dan kondisi koneksi pada saat itu. Data disajikan pada tabel 5.5 berikut ini:

Tabel 5.5 Pengujian Konektivitas IoT Aplikasi Blynk

Waktu Pengujian	Delay Rata-Rata (detik)	Status Koneksi	Keterangan
15.00	<1	Stabil	Normal
15.30	<1	Stabil	Normal
16.00	<1	Stabil	Normal

Waktu Pengujian	Delay Rata-Rata (detik)	Status Koneksi	Keterangan
16.30	<1	Stabil	Normal
17.00	<1	Stabil	Normal
17.30	<1	Stabil	Normal

Berdasarkan hasil yang tercatat pada tabel 5.5, koneksi antara ESP32 dan aplikasi Blynk berjalan dengan sangat baik selama pengujian berlangsung. Dari enam kali pengujian, tidak ditemukan adanya gangguan koneksi maupun keterlambatan pengiriman data yang berarti. Rata-rata *delay* berada di bawah 1 detik, yang masih tergolong sangat rendah dan tidak mengganggu proses komunikasi data secara *real-time*.

Kondisi koneksi stabil menunjukkan bahwa sistem dapat diandalkan dalam skenario penggunaan harian, terutama untuk aplikasi pemantauan atau kontrol otomatisasi seperti sistem *smart farming* tanaman melon hidroponik dengan sistem *Nutrient Film Technique* (NFT). Seluruh percobaan menunjukkan konsistensi dalam performa, baik dari sisi kestabilan koneksi maupun waktu tanggap pengiriman data ke aplikasi.

Kelebihan lain yang terlihat dari pengujian ini adalah tidak adanya *delay* yang mencolok antar pengujian, yang berarti jaringan dan sistem pemrosesan data berjalan mulus tanpa hambatan teknis. Ini mengindikasikan bahwa koneksi antara perangkat keras dan aplikasi berjalan sesuai rancangan, sehingga layak digunakan dalam implementasi lebih lanjut yang membutuhkan koneksi data secara terus-menerus.

5.1.2. Pemenuhan Spesifikasi Sistem

Dalam spesifikasi sistem di dalam alat *Smart Farming* tanaman melon hidroponik berbasis *Nutrient Film Technique* (NFT) ini memiliki perbedaan dari beberapa aspek. Hal ini sering terjadi penyesuaian dengan kondisi yang berada di lapangan serta berkaitan langsung terhadap pengoptimalan realisasi alat. Perbedaan spesifikasi antara usulan dan juga realisasi dapat dilihat pada tabel 5.6 berikut ini:

Tabel 5.6 Data perbedaan spesifikasi sistem antara usulan dan realisasi

No	Spesifikasi	Usulan	Realisasi
1	Panjang, Lebar dan Tinggi Alat (Box 1)	23 x 20 x 9 cm	21 x 14 x 8 cm
2	Panjang, Lebar dan Tinggi Alat (Box 2)	-	14 x 9,5 x 5 cm
3	Sumber Tegangan	Adaptor AC to DC 12V	Power Supply AC to DC 12V
4	Pompa Peristaltik	Kamoer NKP DC	Kamoer NKP DC
5	Sensor pH	SEN0161	SEN0161
6	Sensor TDS	DFRobot	DFRobot
7	Sensor Suhu	DHT11	DHT22
8	Koneksi	WiFi	WiFi
9	Monitoring Output	LCD 16x2 I2C & Smartphone	LCD 16x2 I2C & Smartphone
10	Material Box	Atom	Atom
11	Platform IoT/Aplikasi	Blynk	Blynk

Berdasarkan tabel 5.6 secara umum tidak perbedaan yang signifikan antara spesifikasi yang diusulkan dengan yang terealisasi. Perbedaan terdapat panjang, lebar, dan tinggi alat. Yang semula sebesar 23 x 20 x 9 cm menjadi 21 x 14 x 8 cm karena awalnya box direncanakan diletakkan di luar sumur, menjadi di dalam sumur dengan menggantung dipinggir. Usulan awal hanya menggunakan 1 box, dan seluruh komponen beserta pompa berada di dalam 1 box. Tetapi, setelah berbagai pertimbangan akhirnya memutuskan dengan menggunakan 2 box. Dan sumber tegangan diganti dari yang awalnya adaptor menjadi power supply. Karena power supply lebih kompatibel dan simple.



Gambar 5.4 Realisasi Pemasangan alat di sumur reservoir

Sesuai dengan gambar 5.4 alat dipasang dengan posisi menggantung di dinding sumur reservoir untuk mempermudah probe dari pH dan probe dari TDS menuju air secara langsung. Dan box kedua yang berisi pompa peristaltik diletakkan di atas atau di luar sumur, selang menyedot dari botol nutrisi dan mengalirkannya secara langsung ke sumur reservoir. Proses pengujian alat dilakukan secara langsung di Osaka99 Agro Farm - Oemah Hidroponik Pati Utara, di Desa Margotuhu Kidul, Kecamatan Margoyoso, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Pemasangan alat dengan posisi menggantung dilakukan dengan mempertimbangkan efisiensi kabel probe sensor dan pembacaan sistem agar tidak terjadi delay pembacaan.



Gambar 5.5 Tampilan layar LCD 16x2 dengan modul I2C

Sebagai bentuk realisasi dari solusi yang telah dirancang sebelumnya, alat ini dilengkapi dengan layar LCD 16x2 dengan modul *Inter-Integrated Circuit* (I2C) yang berfungsi menampilkan informasi secara langsung dan pengganti serial monitor dalam arduino IDE. Fitur ini memungkinkan untuk pemantauan kondisi secara langsung di alatnya tanpa harus bergantung pada aplikasi Blynk di *Smartphone*. Data yang ditampilkan berupa Temperatur (T), Humidity (H), asam dan basa (pH), dan serta nilai ppm yang dibaca oleh sensor TDS.

Komponen utama dalam sistem ini, seperti sensor DHT22, sensor pH, sensor TDS, pompa peristaltik, dan komponen elektronik lainnya telah terealisasi dengan tepat sesuai dengan spesifikasi yang diusulkan. Dengan demikian realisasi alat dapat sesuai yang diharapkan dengan akurasi dan juga konsistensi yang tinggi.

Box kedua ini merupakan box khusus pompa peristaltik saja, dikarenakan jika ditempatkan di 1 box yang sama sudah tidak ada tempat untuk menempatkannya. Akhirnya dari kami mengubah usulan ide awal yang tadinya hanya menggunakan 1 box saja, menjadi menggunakan 2 box. Pompa peristaltik terhubung dengan sumber tegangan dari *power supply* 12V DC 5A. Dan terdapat 2 selang untuk menyedot dan membuang atau mengalirkannya.



Gambar 5.6 Box Pompa Peristaltik

5.1.3. Pengalaman Pengguna

Sistem otomatisasi *Smart Farming* tanaman melon hidroponik berbasis *Nutrient Film Technique* (NFT) setelah menjalani uji coba secara langsung di lapangan tidak menunjukkan kendala yang begitu berarti. Koneksi dan juga kestabilan pembacaan sensor juga berjalan sesuai dengan apa yang sudah direncanakan sebelumnya. Terkait dengan *software* dengan jaringan yang stabil menunjang pengiriman perintah dan juga pembacaan data *real-time* secara akurat. Pada tabel 5.7 tercantum beberapa point dari pengalaman pengguna berdasarkan uji coba yang nantinya akan menjadi penunjang evaluasi dan juga penambahan jika dibutuhkan kembali di kemudian hari. Beberapa point tersebut yaitu:

Tabel 5.7 Hasil Data Pengalaman Penggunaan Sistem

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
1	Fungsi	Sistem berhasil melakukan pemberian nutrisi secara otomatis dan juga data yang	Dipertahankan

No	Fitur/Komponen	Capaian	Aksi/Perbaikan
		didapat termonitoring secara <i>real-time</i>	
2	Kemudahan	Sistem mudah digunakan dengan tampilan yang mudah dipahami dan dioperasikan oleh pemula sekalipun	Dipertahankan
3	Keamanan	Komponen utama berupa sensor dan pompa peristaltik sudah tertutup rapat dan aman sehingga aman dalam penggunaan jangka panjang di dalam rumah hidroponik terutama di sumur reservoir	Dipertahankan
4	Kestabilan	Konektivitas sensor-sensor dan WiFi sudah stabil dan tidak ada <i>delay</i> pembacaannya	Dipertahankan

Secara keseluruhan, dalam realisasinya sistem *Smart Farming* ini sudah memenuhi kebutuhan pengguna dalam beberapa aspek utama, seperti fungsi, kemudahan, keamanan serta kestabilan. Setelah uji coba pengguna memberikan apresiasi terhadap ketepatan pembacaan sensor serta akurasi dalam prosesnya, serta kemudahan dalam pengoperasiannya yang tidak menyusahkan dalam penggunaan bagi petaninya yang masih sangat awam.

5.1.4. Kesesuaian Perencanaan dalam Manajemen Tim dan Realisasinya

Dalam berjalannya waktu pelaksanaan, terdapat beberapa perbedaan waktu terkait antara usulan dan juga dalam pelaksanaannya. Untuk RAB sendiri tidak ada selisih, karena sesuai dengan usulan. Berikut perbedaan realisasi waktu pada tabel 5.8 berikut:

Tabel 5.8 Kesesuaian perencanaan dan realisasinya

No	Kegiatan	Usulan Waktu	Pelaksanaan
1	Pembelian Alat dan Bahan	Februari	Maret
2	Perancangan Sistem sesuai dengan Proposal	April	April
3	Pembuatan Alat	Mei	Juni

No	Kegiatan	Usulan Waktu	Pelaksanaan
4	Testing dan Validasi	Juni	Juni
5	Expo atau Pengumpulan Laporan Akhir	Agustus	Agustus

Tabel 5.9 Kesesuaian antara RAB dan Realisasinya

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya		
		Kuantitas	Total Harga (RP)	Kuantitas	Harga Satuan (RP)	Total Harga (RP)
1	Panel Box (pelindung alat)	1 Pcs	150.000	1 Pcs	150.000	150.000
2	Mikrokontroler ESP32	2 Pcs	85.000 80.000	1 Pcs	85.000 80.000	165.000
3	Sensor TDS	2 Pcs	210.000 115.000	2 Pcs	210.000 115.000	325.000
4	Sensor SEN PH0161	1 Pcs	232.000	1 Pcs	232.000	232.000
5	Sensor Suhu DHT22	1 Pcs	30.000	1 Pcs	30.000	30.000
6	LCD	1 Pcs	25.000	1 Pcs	25.000	25.000
7	Single/dual channel relay	3 Pcs	10.000 10.000 25.000	3 Pcs	10.000 10.000 25.000	45.000
8	Power Supply 12 volt	1 Pcs	65.000	1 Pcs	65.000	65.000
9	Pompa Peristaltik	1 Pcs	125.000	1 Pcs	125.000	125.000
10	Kabel Jumper	40 Pcs	11.000	40 Pcs	40.000	40.000
11	PH Power	3 Pcs	3.000	3 Pcs	3.000	9.000
12	Aqua destilasi	1 Pcs	3.000	1 Pcs	3.000	3.000
13	Botol 250 ml	3 Pcs	1.000	3 Pcs	1.000	3.000

No	Jenis Pengeluaran	Usulan Biaya		Realisasi Biaya		
		Kuantitas	Total Harga (RP)	Kuantitas	Harga Satuan (RP)	Total Harga (RP)
14	Expansion	1 Pcs	75.000	1 Pcs	75.000	75.000
15	Kabel Ukuran 1,5 mm	1 Pcs	6.000	1 Pcs	6.000	6.000
16	Steker	1 Pcs	5.000	1 Pcs	5.000	5.000
Total Harga		1.274.000		Total Harga	1.274.000	

Dalam tabel 5.9 merupakan perbandingan antara anggaran yang diusulkan dan anggaran yang terealisasi. Anggaran yang terealisasi sudah sesuai dengan apa yang diusulkan dan tidak ada perbedaan, karena tidak ada perubahan yang sangat signifikan.

Tabel 5.10 Realisasi aktivitas dan pelaksanaan Capstone Design Tugas Akhir 2

No	Hari, Tanggal	Aktivitas	Pelaksana
1	Rabu, 16 April 2025	Revisi Laporan Seminar Proposal	Semua Anggota
2	Senin, 21 April 2025	Uji coba pembacaan sensor	Hafizh
3	Kamis, 8 Mei 2025	Pembelian box	Royyan
4	Selasa, 20 Mei 2025	Pembelian komponen pelengkap	Syahrul
5	Senin, 2 Juni 2025	Membuat program dan uji coba koneksi WiFi	Hafizh
6	Senin, 16 Juni 2025	Perancangan dan perakitan Sistem Keseluruhan	Semua Anggota
7	Jum'at, 20 Juni 2025	Uji Coba Aplikasi dengan Alat	Semua Anggota
8	Selasa, 24 Juni 2025	Demonstrasi alat kepada dosen pembimbing	Semua Anggota

No	Hari, Tanggal	Aktivitas	Pelaksana
9	Minggu, 29 Juni 2025	Uji Coba dan Pengambilan Data	Semua Anggota
10	Rabu, 06 Agustus 2025	Asistensi Terakhir	Semua Anggota
12	Jum'at, 08 Agustus 2025	Pendaftaran Sidang	Semua Anggota

5.2. Dampak Implementasi Sistem

Setelah sistem *Smart Farming* Tanaman Melon Hidroponik Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT) berbasis IoT berhasil diimplementasikan pada Osaka 99 Agro Farm – Oemah Hidroponik Pati Utara, diperoleh dampak positif di berbagai aspek. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi pemberian cairan nutrisi pada sumur reservoir tanaman melon hidroponik secara otomatis, serta memanfaatkan teknologi sensor dan IoT untuk pemantauan jarak jauh. Penerapan sistem ini terbukti memberikan manfaat praktis dan nyata bagi para petani melon hidroponik sendiri, terutama dalam hal efektivitas kerja, penghematan waktu, serta peningkatan kualitas melonnya. Berikut adalah dampak implementasi sistem yang dikaji dari berbagai bidang:

5.2.1. Bidang Teknologi

Penerapan sistem ini menunjukkan bahwa teknologi otomasi dan Internet of Things (IoT) dapat diadaptasi secara efektif dalam industri pertanian, khususnya di skala kecil dan menengah seperti ini. Dengan menggunakan mikrokontroler ESP32, DHT22, Sensor pH, sensor TDS, pompa peristaltik dan konektivitas Blynk, sistem mampu memberikan nutrisi secara otomatis berdasarkan kebutuhan yang sudah diinput. Hal ini menunjukkan bahwa alat sederhana dengan teknologi terintegrasi dapat menggantikan sistem konvensional yang selama ini masih bergantung pada tenaga manusia.

Kelebihan lainnya adalah kemampuan sistem untuk mengirimkan data secara *real-time* ke aplikasi Blynk, yang memungkinkan pemantauan dilakukan dari jarak yang jauh sekalipun melalui *smartphone*. Ini merupakan sebuah langkah kecil menuju digitalisasi pertanian, yang sebelumnya masih bersifat tradisional. Selain itu, pengembangan sistem ini membuka ruang inovasi lebih lanjut seperti

penambahan motor untuk mengaduk nutrisi, 2 pompa untuk 2 jenis cairan nutrisi, dan sebagainya.

5.2.2. Bidang Sosial

Dari sisi sosial, alat ini memberikan dampak langsung terhadap cara kerja petani hidroponik terutama melon ini. Dengan pemberian nutrisi yang telah diotomasi, beban kerja fisik menjadi lebih ringan. Petani tidak perlu memberikan nutrisi secara manual setiap jamnya, sehingga waktu dan tenaga dapat dialihkan ke aktivitas lain yang lebih strategis, seperti pembersihan rumah hidroponik atau perluasan lahan.

Selain itu, sistem ini juga meningkatkan rasa percaya diri dan kesadaran petani dalam memanfaatkan teknologi. Di lingkungan sekitar, keberadaan alat ini turut memberikan contoh positif kepada petani lainnya mengenai pentingnya adopsi teknologi dalam meningkatkan produktivitas. Hal ini dapat menumbuhkan semangat kolaborasi dan pertukaran antar-petani di wilayah tersebut khususnya, selain itu dapat mendorong terjadinya transformasi sosial dalam praktik bertani modern.

5.2.3. Bidang Ekonomi

Secara ekonomi, dampak yang dihasilkan dari penggunaan sistem ini cukup signifikan. Dengan berkurangnya tenaga kerja manual dalam hal pemberian nutrisi ke sumur reservoir, biaya operasional harian dapat ditekan. Efisiensi ini secara langsung berdampak pada peningkatan margin keuntungan bagi petani, terutama dalam jangka panjang. Selain itu, pemantauan secara *real-time* dan otomatis ini dapat meningkatkan kesehatan tanaman melon yang tentunya berdampak pada peningkatan pendapatan.

Dari sisi investasi, meskipun alat ini membutuhkan modal awal, namun biaya yang dibutuhkan masih tergolong cukup murah.

5.2.4. Bidang Lingkungan

Dampak lingkungan juga menjadi bagian penting dalam implementasi sistem ini. Sistem otomatis dan akurat mampu mengurangi pemborosan pemakaian cairan nutrisi. Yang menyebabkan banyaknya limbah bekas botol nutrisi yang sudah tidak terpakai itu sendiri. Dengan menggunakan sistem ini kita bisa menghemat

penggunaan nutrisi hingga 2 kali lipat, karena dengan adanya sensor TDS yang bisa membaca secara *real-time* tidak akan ada istilah kelebihan ppm dengan sengaja.

5.3. Rencana Implementasi Teknologi Oleh Mitra

Berdasarkan hasil diskusi dan survei lapangan di Osaka99 Agro Farm – Oemah Hidroponik Pati Utara, pihak pengelola menunjukkan antusiasme tinggi terhadap penerapan sistem smart farming berbasis IoT. Untuk mendukung implementasi teknologi ini, beberapa langkah strategis akan dilakukan oleh pihak mitra, di antaranya:

1. Pelatihan Karyawan

Karyawan akan dilatih untuk memahami pengoperasian sistem, termasuk pemantauan melalui aplikasi Blynk, pengisian ulang larutan nutrisi, dan pemeliharaan sensor. Kegiatan ini akan dilakukan secara bertahap agar seluruh operator terbiasa dengan sistem digital.

2. Integrasi Bertahap ke Greenhouse yang Aktif

Implementasi awal direncanakan dilakukan pada salah satu dari tiga greenhouse aktif untuk uji coba menyeluruh. Apabila hasilnya optimal, sistem akan diperluas ke seluruh unit greenhouse yang ada.

3. Penyesuaian Infrastruktur

Beberapa infrastruktur pendukung seperti instalasi listrik stabil, jaringan Wi-Fi, serta keamanan perangkat akan disiapkan untuk memastikan sistem dapat berjalan tanpa gangguan.

4. Pengadaan Alat

Komponen utama sistem terdiri dari:

Tabel 5.11 Pengadaan Alat

No.	Nama Komponen	Harga
1.	ESP32	Rp.85.000
2.	Sensor pH SEN0161-V2	Rp. 232.000
3.	Sensor TDS	Rp. 210.000
4.	Sensor Suhu DHT22	Rp. 30.000

No.	Nama Komponen	Harga
5.	LCd 16x2 + I2C	Rp.25.000
6.	Pompa Peristaltik	Rp.125.000
7.	Modul Relay	Rp.45.000
8.	Adaptor dan Power Supply	Rp.75.000
9.	Kabel, Konektor, dan Box	Rp.200.000
Total Harga Keseluruhan		Rp.1.027.000
Total Estimasi : $\pm$ Rp. 1.000.000 – 1.200.000		

5.4. Manfaat yang Diharapkan

Manfaat yang diharapkan setelah alat di implementasikan secara langsung dalam hidroponik diantaranya:

1. Efisiensi waktu dan tenaga kerja karena sistem berjalan otomatis dan dapat dikontrol dari jarak jauh.
2. Peningkatan hasil panen melalui kontrol nutrisi dan pH yang presisi.
3. Pengurangan risiko kerusakan tanaman akibat keterlambatan penyesuaian lingkungan.
4. Data historis untuk evaluasi dan pengambilan keputusan pertanian berbasis data (data-driven farming).
5. Dengan biaya investasi yang relatif rendah untuk skala produksi pertanian, keuntungan yang diperoleh dapat menutup biaya awal dalam 1–2 siklus panen. Hal ini menjadikan teknologi smart farming berbasis IoT sebagai solusi yang layak dan berkelanjutan untuk diterapkan secara luas di Osaka99 Agro Farm.

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian dari sistem *Smart Farming Tanaman Melon Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique (NFT) berbasis IoT* yang diterapkan di Osaka 99 Agro Farm – Oemah Hidroponik Pati Utara. Dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang telah berhasil menjalankan fungsi utamanya, yaitu memberikan cairan nutrisi dari wadah nutrisi menuju sumur reservoir secara otomatis dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32, sensor DHT22, sensor pH, sensor TDS, pompa peristaltik dan aplikasi Blynk. Proses otomatisasi ini mempermudah petani dalam mengelola kebutuhan nutrisi tanaman melon hidroponik ini tanpa harus melakukan pengecekan manual secara rutin.
2. Dalam tahap implementasi atau penerapan sistem alat ini, alat dapat berfungsi secara stabil dan mampu merespons data yang diterima dengan cepat dan bergantung dengan koneksi WiFi untuk ke aplikasinya. Jika WiFi mati, masih bisa dipantau secara langsung melalui LCD yang tertera di box. Respon sistem utama pada pompa dapat merespons secara cepat dengan waktu aktivasi kurang lebih 0.5 detik. Kinerja sistem juga terbukti konsisten pada pengujian konektivitas setelah kurang lebih selama 2 jam pemantauan didapat hasil yang stabil dengan delay masih batas normal.
3. Penerapan sistem *Smart Farming* ini memberikan dampak nyata pada berbagai aspek. Dari sisi teknologi, dapat membuktikan bahwa penggunaan sistem dengan IoT yang sederhana bisa membawa pengaruh dan perubahan yang cukup besar serta bisa membuka inovasi-inovasi baru kedepannya. Dari sisi sosial, alat ini bisa mengurangi beban kerja para petani. Dari sisi ekonomi, sistem ini bisa sebagai investasi jangka panjang dimana tanaman yang dihasilkan akan lebih bagus karena data yang didapat selama pertumbuhan selalu *real-time*, sehingga bisa melakukan tindakan-tindakan preventif untuk menghasilkan buah yang maksimal kualitasnya. Dari sisi lingkungan, bisa

menghemat penggunaan cairan nutrisi dan mengurangi limbah bekas botol nutrisi tersebut.

4. Secara umum, sistem yang dikembangkan dapat dijadikan sebagai salah satu solusi awal menuju digitalisasi pertanian, terutama bagi para petani skala kecil hingga menengah. Dengan penggunaan sistem yang bisa terbilang cukup mudah dan perawatan yang sederhana, alat ini sangat berpotensi untuk terus dikembangkan sesuai dengan kebutuhan para petani.

6.2. Saran

Agar sistem ini dapat lebih optimal dan mampu menjawab tantangan di lapangan secara lebih baik ke depannya, beberapa saran pengembangan dapat dipertimbangkan adalah sebagai berikut:

1. Menambahkan motor untuk mengaduk cairan nutrisi, dikarenakan ada beberapa jenis nutrisi yang memang dalam penambahannya masih perlu diaduk terlebih dahulu.
2. Menambahkan pompa untuk nutrisi sebanyak 1 buah, dikarenakan ada jenis tanaman melon yang dalam pemberian nutrisinya memerlukan 2 jenis nutrisi yang dijadikan 1. Sehingga membutuhkan 2 pompa untuk mengalirkan nutrisi jenis A dan nutrisi jenis B.
3. Menambahkan relay untuk mengaktifkan dan menonaktifkan blower atau kipas yang dapat menurunkan suhu ketika panas di titik maksimal.
4. Pada pengujian konektivitas *Internet of Things (IoT)* serta pada *software* nya seharusnya dicantumkan latensinya, agar jelas terhubung atau tidaknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Sidharta *et al.*, “Suatu kajian : pembangunan pertanian indonesia,” no. Katadata 2020, 2024.
- [2] MUHAMMAD ATHMA FARHAN, “Rancang Bangun Smart Farming Hidroponik Menggunakan Sensor Ph, Total Dissolved Solids, Dan Temperatur,” *Inst. Teknol. Sepuluh Novemb.*, pp. 5–191, 2020.
- [3] M. R. Waluyo, Nurfajriah, F. R. I. Mariati, and Q. A. H. Rohman, “Pemanfaatan Hidroponik Sebagai Sarana Pemanfaatan Lahan Terbatas Bagi Karang Taruna Desa Limo,” *Ikraith-Abdimas*, vol. 4, no. 1, pp. 61–64, 2021, [Online]. Available: <https://journals.upi-yai.ac.id/index.php/IKRAITH-ABDIMAS/article/download/881/669>
- [4] A. L. Perdana and S. Suharni, “Penerapan Hidroponik Sistem Nutrient Film Technique (Nft) Di Sman 16 Gowa,” *Community Dev. J. J. Pengabd. Masy.*, vol. 3, no. 2, pp. 756–761, 2022, doi: 10.31004/cdj.v3i2.4636.
- [5] “Osaka99 Agro Farm Location.” [Online]. Available: <https://maps.app.goo.gl/URs6nB3XFZRKuREU9>
- [6] “Skema Hidroponik NFT.” [Online]. Available: <https://www.kompasiana.com/ivaldosuharnoko7611/62bbcb21bb44866a3c5a0205/lahan-minim-menjadi-potensi-peluang-usaha-dari-budidaya-tanaman-hidroponik>
- [7] F. Sains, U. B. Dharma, J. Imam, and B. No, “Guntur+Yoga+Pratama+165-174,” vol. 3, no. 2, pp. 165–174.
- [8] E. Haryadi, A. Sidki, D. Manurung,) Sampurna, and D. Riskiono4, “Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno Menggunakan Rtc,” *J. Ilm. Mhs. Kendali dan List.*, vol. 3, no. 1, p. page, 2022.
- [9] I. Surya Ramadhan, M. Martias, R. Sastra, and M. Iqbal, “Alat Penyiram

Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno Dan NodeMCU,” *Insantek*, vol. 4, no. 1, pp. 12–17, 2023, doi: 10.31294/instk.v4i1.2021.

- [10] H. A. Wahid, J. Maulindar, and A. I. Pradana, “Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Aglonema Berbasis IoT Menggunakan Blynk dan NodeMCU 32,” *Innov. J. Soc. Sci. Res.*, vol. 3, no. 2, pp. 6265–6276, 2023.
- [11] M. N. Nizam, Haris Yuana, and Zunita Wulansari, “Mikrokontroler Esp 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web,” *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 767–772, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5713.
- [12] “Mikrokontroler ESP32.” [Online]. Available: <https://embeddednesia.com/v1/menggunakan-pin-gpio-pada-esp32/>
- [13] “Expansion Board ESP32.” [Online]. Available: <https://www.ubuy.co.id/en/product/541WY1WE0-diy-mall-devit-v1-1-esp32-wroom-32-development-board-36pins-esp32-esp-32s-2-4ghz-wifibt-dev-module-cp2102-for-arduino-doit-with-esp32-expansion?srsltid=AfmBOopdEKxGFdvRzs7d4IWYRLHF8tfrdZBk8YFqAYVaqiwvanPVs1sp>
- [14] E. Mufida, R. S. Anwar, R. A. Khodir, and I. P. Rosmawati, “Perancangan Alat Pengontrol pH Air untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno,” *J. Inov.*, vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2020.
- [15] “Sensor pH SEN0161-V2.” [Online]. Available: <https://www.mouser.co.id/ProductDetail/DFRobot/SEN0161?qs=Zcin8yvlhnPq1OJbBVjoIw%3D%3D&srsltid=AfmBOor5qkjFhA98U4VERa2y1XMhlvJYFQZiaO9FXWgaeKkpJmAK5RhB>
- [16] AtlasScientific, “How Does A pH Probe Work?,” AtlasScientific. [Online]. Available: <https://atlas-scientific.com/blog/how-does-a-ph-probe-work/?srsltid=AfmBOopeCZTMbAWGI9OaKZJcM9jaXCMs1al97D8PnP>

Uw9Unah7LXFm3_

- [17] “Elektroda Kaca.” [Online]. Available: <https://atlas-scientific.com/blog/how-does-a-ph-probe-work/?srsltid=AfmBOopeCZTMbAWGI9OaKZJcM9jaXCMs1al97D8PnP>
Uw9Unah7LXFm3_
- [18] “Pertukeran Ion Hidrogen.” [Online]. Available: <https://atlas-scientific.com/blog/how-does-a-ph-probe-work/?srsltid=AfmBOopeCZTMbAWGI9OaKZJcM9jaXCMs1al97D8PnP>
Uw9Unah7LXFm3_
- [19] “Struktur Elektroda pH.” [Online]. Available: <https://atlas-scientific.com/blog/how-does-a-ph-probe-work/?srsltid=AfmBOopeCZTMbAWGI9OaKZJcM9jaXCMs1al97D8PnP>
Uw9Unah7LXFm3_
- [20] “Membran Kaca.” [Online]. Available: <https://atlas-scientific.com/blog/how-does-a-ph-probe-work/?srsltid=AfmBOopeCZTMbAWGI9OaKZJcM9jaXCMs1al97D8PnP>
Uw9Unah7LXFm3_
- [21] F. Puspasari, T. P. Satya, U. Y. Oktiawati, I. Fahrurrozi, and H. Prisyanti, “Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar,” *J. Fis. dan Apl.*, vol. 16, no. 1, p. 40, 2020, doi: 10.12962/j24604682.v16i1.5776.
- [22] “Sensor Suhu DHT22.” [Online]. Available: <https://nerdyelectronics.com/working-of-dht-sensor-dht11-and-dht22/>
- [23] N. Kalaburgi, “Working of DHT sensor – DHT11 and DHT22,” Nerdy Electronics. [Online]. Available: <https://nerdyelectronics.com/working-of-dht-sensor-dht11-and-dht22/>

- [24] “Komponen DHT 11 dan 22.” [Online]. Available: <https://nerdyelectronics.com/working-of-dht-sensor-dht11-and-dht22/>
- [25] “Struktur Internal Sensor Suhu.” [Online]. Available: <https://nerdyelectronics.com/working-of-dht-sensor-dht11-and-dht22/>
- [26] “Karakteristik NTC.” [Online]. Available: <https://nerdyelectronics.com/working-of-dht-sensor-dht11-and-dht22/>
- [27] “Pin DHT 11 dan DHT 22.” [Online]. Available: <https://nerdyelectronics.com/working-of-dht-sensor-dht11-and-dht22/>
- [28] “Rata Rata PPM.” [Online]. Available: <https://how2electronics.com/tds-sensor-arduino-interfacing-water-quality-monitoring/>
- [29] F. Chuzaini and Dzulkiflih, “IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu , pH , dan Total Dissolved Solids (TDS),” *J. Inov. Fis. Indones.*, vol. 11, no. 3, pp. 46–56, 2022.
- [30] “Sensor TDS.” [Online]. Available: <https://how2electronics.com/tds-sensor-arduino-interfacing-water-quality-monitoring/>
- [31] M. Alam, “TDS Sensor & Arduino Interfacing for Water Quality Monitoring,” [how2electronics.com](https://how2electronics.com/tds-sensor-arduino-interfacing-water-quality-monitoring/). [Online]. Available: <https://how2electronics.com/tds-sensor-arduino-interfacing-water-quality-monitoring/>
- [32] “Muatan Lsatrik Padatan.” [Online]. Available: <https://how2electronics.com/tds-sensor-arduino-interfacing-water-quality-monitoring/>
- [33] “Gravity Analog TDS.” [Online]. Available: <https://how2electronics.com/tds-sensor-arduino-interfacing-water-quality-monitoring/>

- [34] S. Mindasari, M. As'ad, and D. Meilantika, "Sistem Keamanan Kotak Amal di Musala Sabilul Khasanah Berbasis Arduino UNO," *J. Tek. Inform. Mahakarya*, vol. 5, no. 2, pp. 7–13, 2022.
- [35] R. M. W. N. Slamet Purwo Santosa, "RANCANG BANGUN ALAT PINTU GESER OTOMATIS MENGGUNAKAN MOTOR DC 24 V," *J. Ilm. Elektrokrisna*, vol. 9, no. 1, p. 6, 2021, [Online]. Available: <https://jurnalteknik.unkris.ac.id/index.php/jie/article/download/123/117>
- [36] "Relay." [Online]. Available: <https://digiwarestore.com/id/io-module/relay-module-1-channel-5v-with-led-indicator-263068.html>
- [37] A. Fabisono Mansur and A. Pujitresnani, "Rancang Bangun Pompa Peristaltik untuk Memindahkan Cairan Korosif Berbasis Arduino Uno 328 Menggunakan Sensor Ultrasonik," *J. Hosp. Technol. Mechatronics*, vol. 4, no. 2, pp. 42–51, 2023, [Online]. Available: <http://journal.thamrin.ac.id/index.php/hostechtronics/article/view/2013/pdf42>
- [38] "Pompa Peristaltik." [Online]. Available: <https://www.ubuy.co.id/id/product/F97C791BQ-peristaltic-pump-powerful-peristaltic-pump-easy-to-use-12v-3x5-aquarium-peristaltic-tube-diy-peristaltic-liquid-pump-lab-for-aquarium?srsItd=AfmBOoq0qMceh2apOAbqSWr3IZCzNviLy70DnnM8UtToAIckfllAXzs9>
- [39] S. Purwanto, "Rancang Bangun Electric Power Converter (Catu Daya) Untuk Alat Anodizing Portable," *Energi & Kelistrikan*, vol. 13, no. 2, pp. 86–94, 2021, doi: 10.33322/energi.v13i2.1141.
- [40] U. Muhammad, Mukhlisin, Nuardi, A. Mansur, and M. Aditya Bachri Maulana, "Rancang Bangun Power Supply Adjustable Current pada Sistem Pendingin Berbasis Termoelektrik," *J. Electr. Engginering*, vol. 2, no. 2, pp.

106–110, 2021.

- [41] “Power Supply.” [Online]. Available: <https://ecadio.com/power-supply-switching-5v-3a>
- [42] P. U. Rakhmawati, “Analisis Komunikasi Platform Internet of Things Aplikasi Blynk,” vol. 9, no. 2502, pp. 40–46, 2024.
- [43] I. Syukhron, “Penggunaan Aplikasi Blynk untuk Sistem Monitoring dan Kontrol Jarak Jauh pada Sistem Kompos Pintar berbasis IoT,” *Electrician*, vol. 15, no. 1, pp. 1–11, 2021, doi: 10.23960/elc.v15n1.2158.
- [44] “Komunikasi Blynk.” [Online]. Available: <https://osoyoo.com/2021/10/24/what-is-blynk-and-how-does-it-work/>

