

ABSTRACT

Agriculture in Indonesia is still dominated by conventional methods that require manual supervision and management. This becomes a particular challenge in urban areas where agricultural land is decreasing due to infrastructure development. Hydroponic systems offer an effective solution for farming in confined spaces by allowing plants to grow without soil. However, traditional hydroponic methods often require manual observations that are inconsistent and time-consuming for measuring and evaluating plant conditions. The main problem faced is the inaccuracy and inefficiency of manual nutrient management, which can hinder plant productivity and quality.

To address this issue, we developed the Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic that can monitor the nutrient and environmental conditions of hydroponic plants in real-time. This system uses various sensors and Internet of Things (IoT) technology to ensure more accurate and efficient nutrient management. These sensors are integrated into a platform that allows remote monitoring and control through a mobile application. By using AWNDES, human error can be minimized, and optimal conditions for plant growth can be continuously ensured.

Testing results show that AWNDES can provide accurate data on plant nutrient and environmental conditions. The implementation of this system results in increased efficiency in the management of hydroponic plants, as well as significant improvements in crop yields and plant quality. In conclusion, AWNDES has great potential to support modern and efficient agriculture in Indonesia, and to overcome various challenges faced in hydroponic plant cultivation.

Keywords: hydroponics, water nutrition, automatic, Internet of Things (IoT), modern agriculture.

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	1
BUKU CAPSTONE DESIGN.....	1
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	2
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS	3
ABSTRAK.....	4
ABSTRACT	5
KATA PENGANTAR.....	6
UCAPAN TERIMAKASIH	7
DAFTAR ISI	8
DAFTAR GAMBAR	11
DAFTAR TABEL.....	13
DAFTAR SINGKATAN.....	14
BAB 1 USULAN GAGASAN	15
1.1 Deskripsi Umum Masalah	15
1.1.1 Latar Belakang Masalah.....	15
1.1.2 Analisa Masalah	15
1.1.3 Tujuan Capstone	17
1.2 Analisa Solusi yang Ada	17
1.2.1 Produk A	18
1.2.2 Produk B.....	19
BAB 2 SPESIFIKASI DAN BATASAN SOLUSI	20
2.1 Dasar Penentuan Spesifikasi.....	20
2.2 Batasan dan Spesifikasi.....	20
2.2.1 Deskripsi Spesifikasi.....	21
2.3 Pengukuran/Verifikasi Spesifikasi.....	22

BAB 3 DESAIN RANCANGAN SOLUSI	24
3.1 Alternatif Usulan Solusi	24
3.1.1 Alternatif Usulan Solusi 1	24
3.1.2 Alternatif Usulan Solusi 2	25
3.1.3 Alternatif Usulan Solusi 3	26
3.2 Analisis dan Pemilihan Solusi	27
3.3 Desain Solusi Terpilih	28
3.3.1 Blok Diagram Alur	28
3.3.2 Skema AWNDES	29
3.3.3 Blok Diagram Otomatisasi	29
3.3.4 <i>Flowchart Database</i>	30
3.3.5 <i>UML Activity Diagram Mobile Application</i>	31
3.4 Jadwal dan Anggaran	33
BAB 4 IMPLEMENTASI	35
4.1 Deskripsi Umum Implementasi	35
4.2 Detil Implementasi	37
4.2.1 Penjelasan Mengenai <i>Software</i> AWNDES	38
4.2.2 Penjelasan Mengenai <i>Hardware</i> AWNDES	46
4.2.3 Skematik Alat	56
4.3 Prosedur Pengoperasian	56
4.3.1 Cara Kerja AWNDES	56
4.3.2 Cara Kerja AWNDES	57
4.3.3 Rekaman Sistem Otomatisasi AWNDES	57
BAB 5 PENGUJIAN DAN KESIMPULAN	58
5.1 Skenario Umum Pengujian	58
5.1.1 Tujuan Pengujian	58
5.1.2 Daftar Pengujian	58

5.2	Detil Pengujian	59
5.2.1	Detil Pengujian Perangkat AWNDES	59
5.2.2	Detil Pengujian Aplikasi Menggunakan Metode <i>Quality of Service (QoS)</i> 65	
5.2.3	Detil Pengujian Aplikasi Menggunakan Metode <i>User Acceptance Test</i> (UAT) 66	
5.3	Analisis Hasil Pengujian	68
5.3.1	Analisis Hasil Pengujian Perangkat AWNDES	68
5.3.2	Analisis Hasil Pengujian Menggunakan Metode <i>Quality of Service (QoS)</i> 74	
5.3.3	Analisis Pengujian Aplikasi Menggunakan Metode <i>User Acceptance Test</i> (UAT) 75	
5.3.4	Faktor Pendukung dan Penghambat	76
5.3.5	Keterbatasan Solusi.....	77
5.3.6	Rencana Pengembangan Berkelanjutan	77
5.4	Kesimpulan.....	78
DAFTAR PUSTAKA		79
LAMPIRAN CD-1		81
LAMPIRAN CD-2.....		82
LAMPIRAN CD-3		84
LAMPIRAN CD-4.....		85
LAMPIRAN CD-5.....		86

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Blok Diagram AWNDES	28
Gambar 3.2 Skema AWNDES	29
Gambar 3.3 Blok Diagram Otomatisasi	29
Gambar 3.4 Flowchart Database.....	30
Gambar 3.5 UML diagram AWNDES	31
Gambar 4.1 Flowchart AWNDES	36
Gambar 4.2 Ilustrasi perancangan AWNDES	37
Gambar 4.3 Proses pengambilan data dari sensor	39
Gambar 4.4 Konversi Variable ke String.....	40
Gambar 4.5 Pengiriman Data ke Antares	
Gambar 4.6 Tampilan Antares Cloud.....	41
Gambar 4.7 Data yang Diterima Antares Cloud	42
Gambar 4.8 Tampilan Blok Code Penghubung.....	43
Gambar 4.9 Blok Code Inisialisasi	43
Gambar 4.10 Blok Code untuk parsing/pengurai data.....	44
Gambar 4.11 Blok Code untuk mendeklarasikan database.....	45
Gambar 4.12 Tampilan aplikasi & Home Page	46
Gambar 4.13 Komponen AWNDES	47
Gambar 4.14 Lynx32.....	47
Gambar 4.15 DFRobot Analog TDS & EC Sensor	48
Gambar 4.16 pH-4502C	49
Gambar 4.17 DS18B20.....	50
Gambar 4.18 HC-SR04	51
Gambar 4.19 Relay 4 Channel.....	52
Gambar 4.20 Adaptor Power Supply	53
Gambar 4.21 Peltier	54
Gambar 4.22 Peristaltic Pump.....	54
Gambar 4.23 Analog Isolator	55
Gambar 4.24 Skematik Alat AWNDES.....	56
Gambar 5.1 Pengujian Perbandingan pH.....	60
Gambar 5.2 Pengujian Perbandingan Nutrisi.....	61
Gambar 5.3 Pengujian Perbandingan Ketinggian Air	62

Gambar 5.4 Pengujian Perbandingan Suhu Air	62
Gambar 5.5 Grafik Pengujian pH	63
Gambar 5.6 Grafik Pengujian TDS.....	63
Gambar 5.7 Grafik Pengujian EC.....	64
Gambar 5.8 Gambar 5.8 Grafik Pengujian Suhu Air.....	64
Gambar 5.9 Grafik Pengujian Ketinggian air	65
Gambar 5.10 Grafik Throughput	74
Gambar 5.11 Hasil Delay AWNDES	75

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Produk A	18
Tabel 1.2 Produk B	19
Tabel 2.1 Spesifikasi & Batasan.....	20
Tabel 2.2 Pengukuran/Verifikasi Spesifikasi	22
Tabel 3.1 Alternatif Usulan Solusi 1	24
Tabel 3.2 Alternatif Usulan Solusi 2	25
Tabel 3.3 Alternatif Usulan Solusi 3	26
Tabel 3.4 Matriks Keputusan dalam Pemilihan Solusi.....	27
Tabel 3.5 Jadwal Pembuatan Alat.....	33
Tabel 3.6 Rencana Anggaran Biaya	34
Tabel 4.1 Spesifikasi Lynx32.....	47
Tabel 4.2 Spesifikasi DFRobot Analog TDS & EC	49
Tabel 4.3 Spesifikasi pH-4502C	50
Tabel 4.4 Spesifikasi DS18B20.....	51
Tabel 4.5 Spesifikasi HC-SR04	52
Tabel 4.6 Spesifikasi Relay 4 Channel.....	52
Tabel 4.7 Spesifikasi Adaptor Power Supply	53
Tabel 4.8 Spesifikasi Analog Isolator	55
Tabel 5. 1 Daftar Pengujian AWNDES	58
Tabel 5. 2 Kategori Delay Dengan Standar ITU-T G.1010.....	66
Tabel 5.3 Skala Kategori UAT.....	67
Tabel 5.4 Pengujian Pertanyaan Metode UAT	67
Tabel 5.5 hasil pengujian dari sistem otomatisasi AWNDES.....	68
Tabel 5.6 Hasil Data Pengujian Perangkat AWNDES.....	71
Tabel 5.7 Kategori Penilaian Standart ITU-T G.1010.....	75
Tabel 5.8 Hasil Pengujian Aplikasi Metode UAT	76

DAFTAR SINGKATAN

AI	: <i>Artificial Intelligence</i>
API	: <i>Application Programming Interface</i>
AWNDES	: <i>Automatic Water Nutrition Detection System</i>
CRUD	: <i>Create, Read, Update, Delete</i>
EC	: <i>Electrical Conductivity</i>
GSM	: <i>Global System for Mobile Communications</i>
HTTP	: <i>HyperText Transfer Protocol</i>
IDE	: <i>Integrated Development Environment</i>
IoT	: <i>Internet of Things</i>
JSON	: <i>JavaScript Object Notation</i>
Kbps	: <i>Kilobit per Second</i>
MIT	: <i>Massachusetts Institute of Technology</i>
mS/cm	: <i>milliSiemens per centimeter</i>
PDAM	: <i>Perusahaan Daerah Air Minum</i>
pH	: <i>Potential of Hydrogen</i>
ppm	: <i>parts per million</i>
QoS	: <i>Quality of Service</i>
REST	: <i>Representational State Transfer</i>
SMS	: <i>Short Message Service</i>
TDS	: <i>Total Dissolve Solid</i>
UML	: <i>Unified Modeling Language</i>
URL	: <i>Uniform Resource Locators</i>
WiFi	: <i>Wireless Fidelity</i>

BAB 1

USULAN GAGASAN

1.1 Deskripsi Umum Masalah

1.1.1 Latar Belakang Masalah

Pertanian di Indonesia sebagian besar masih mengandalkan metode konvensional dengan pemantauan dan pengelolaan yang dilakukan secara manual. Hal ini menjadi tantangan khususnya di daerah perkotaan di mana lahan pertanian semakin berkurang akibat pembangunan infrastruktur. Salah satu solusi yang potensial untuk mengatasi keterbatasan lahan adalah sistem hidroponik, yang memungkinkan tanaman tumbuh tanpa tanah dan memanfaatkan ruang yang lebih efisien[1]. Namun, metode hidroponik tradisional sering kali mengharuskan pengamatan manual yang kurang konsisten dan memakan waktu untuk pengukuran serta evaluasi kondisi tanaman.

Keterbatasan dalam metode manual ini menyebabkan informasi yang dibutuhkan untuk pengelolaan nutrisi dan kondisi lingkungan tanaman tidak selalu tersedia atau akurat. Tanpa teknologi pemantauan otomatis, pengelolaan nutrisi dan pemantauan lingkungan menjadi proses yang tidak efisien, yang pada gilirannya dapat menghambat produktivitas dan kesehatan tanaman[2]. Keterlambatan dalam respons terhadap perubahan kondisi lingkungan dan kebutuhan nutrisi dapat berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman, mengurangi hasil panen dan kualitas produk[3] seperti pada Lampiran CD-1 yang merupakan berita-berita tentang gagal panen.

Kebutuhan untuk meningkatkan efisiensi dan hasil produksi dalam budidaya tanaman hidroponik semakin mendesak. Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya teknologi dalam pertanian, muncul kebutuhan akan sistem yang lebih canggih dan otomatis. Sistem ini dapat membantu dalam pemantauan dan pengelolaan nutrisi secara *real-time*, mengurangi risiko kesalahan manusia, dan memastikan kondisi optimal bagi pertumbuhan tanaman[4]. Dengan demikian, teknologi ini tidak hanya menjawab tantangan dalam pengelolaan nutrisi dan pemantauan lingkungan tetapi juga mendorong pertanian yang lebih modern dan efisien di Indonesia.

1.1.2 Analisa Masalah

Dalam budidaya hidroponik, terdapat berbagai tantangan yang perlu diatasi untuk mencapai hasil yang optimal. Penggunaan metode manual dalam pemantauan dan pengelolaan tanaman hidroponik sering kali tidak efisien dan berisiko tinggi terhadap kesalahan manusia.

Untuk memahami lebih dalam, analisis masalah perlu dilakukan dari berbagai aspek yang mempengaruhi efisiensi dan efektivitas sistem hidroponik. Berikut adalah analisis berdasarkan aspek-aspek yang relevan:

1.1.2.1 Aspek Teknik

Masalah utama dalam hidroponik manual adalah keterbatasan sensor yang membuat pengukuran dan pengendalian parameter menjadi sulit. Evaluasi manual yang rentan terhadap ketidakkonsistenan dan keterlambatan dalam merespons masalah lingkungan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Selain itu, tanpa dukungan sensor otomatis, risiko kesalahan seperti penyiraman berlebihan, penyiraman kurang, serta ketidakstabilan pH dan tingkat nutrisi dalam larutan meningkat.

1.1.2.2 Aspek Ekonomi

Penggunaan metode hidroponik manual dapat meningkatkan biaya operasional karena membutuhkan lebih banyak tenaga kerja untuk pemantauan dan pengelolaan nutrisi. Biaya ini mencakup tenaga kerja tambahan, waktu yang dibutuhkan untuk pemantauan, serta sumber daya lain yang harus digunakan secara intensif. Hal ini menyebabkan beban ekonomi yang lebih besar bagi petani yang mengandalkan metode konvensional.

1.1.2.3 Aspek Lingkungan

Hidroponik manual sering kali tidak efisien dalam penggunaan sumber daya, yang dapat menyebabkan pemborosan air dan nutrisi. Tanpa pemantauan yang akurat, ada risiko penggunaan air dan nutrisi yang berlebihan atau kurang, yang pada akhirnya dapat berdampak negatif terhadap lingkungan. Ketidakstabilan dalam pengelolaan ini dapat mengakibatkan degradasi lingkungan lokal serta mengurangi efisiensi penggunaan sumber daya alam.

1.1.2.4 Aspek Keberlanjutan

Ketergantungan pada metode manual dalam budidaya hidroponik juga menimbulkan masalah keberlanjutan. Kurangnya pemantauan yang akurat dan responsif terhadap kebutuhan tanaman dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas hasil produksi. Dalam jangka panjang, ini dapat mengancam keberlanjutan sistem pertanian hidroponik, terutama di daerah perkotaan dengan lahan yang terbatas[5]. Tantangan ini memerlukan perhatian khusus untuk memastikan bahwa sistem hidroponik dapat terus beroperasi secara efisien dan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi.

1.1.3 Tujuan Capstone

Tujuan dari pembuatan Capstone Design ini adalah untuk memenuhi persyaratan lulus mata kuliah Proposal Tugas Akhir & Tugas Akhir dari Program Studi Teknik Telekomunikasi di Universitas Telkom Bandung. Adapun tujuan spesifik dari proyek ini adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan Teknologi Pertanian Modern: Mengembangkan sistem *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic* yang mampu memantau dan mengendalikan nutrisi secara otomatis dalam budidaya hidroponik. Sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas pertanian hidroponik dengan mengurangi ketergantungan pada pengamatan manual yang kurang konsisten dan memakan waktu.
2. Peningkatan Produktivitas Pertanian Hidroponik: Mengatasi permasalahan yang sering dihadapi oleh petani hidroponik, seperti keterbatasan dalam evaluasi dan pengelolaan nutrisi tanaman serta kondisi lingkungan. Dengan adanya sistem otomatis ini, pengelolaan nutrisi dan pemantauan lingkungan dapat dilakukan secara lebih efisien dan tepat waktu, sehingga dapat meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanaman.
3. Pengurangan Risiko Kesalahan Manusia: Sistem ini dirancang untuk mengurangi ketergantungan pada pengamatan dan pengelolaan manual, yang sering kali kurang konsisten dan rentan terhadap kesalahan. Dengan adanya otomatisasi, risiko *overwatering* atau *underwatering* serta ketidakstabilan pH dan tingkat nutrisi dapat diminimalkan.

Dampak Terhadap Lingkungan: Implementasi sistem AWNDES diharapkan dapat memberikan dampak positif terhadap lingkungan dengan memaksimalkan penggunaan sumber daya air dan nutrisi secara efisien. Sistem ini juga dapat membantu dalam memanfaatkan lahan sempit di perkotaan untuk pertanian hidroponik, yang tidak memerlukan tanah dan dapat mengurangi dampak negatif dari pembangunan infrastruktur perkotaan terhadap lahan pertanian tradisional.

1.2 Analisa Solusi yang Ada

Berdasarkan evaluasi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ada beberapa syarat yang harus dipenuhi agar perangkat ini dianggap berhasil. Persyaratan tersebut melibatkan beberapa aspek seperti berikut ini:

- Harus dapat dipantau dari jarak jauh.

- Harus dapat memantau pH air, suhu air, tingkat ketinggian air, dan tingkat nutrisi.

Media pemantauan yang dihasilkan harus responsif dan memiliki desain yang sederhana serta mudah digunakan.

1.2.1 Produk A

Tabel 1.1 Produk A

Karakteristik	AWNDES Automatic
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrol otomatis nutrisi, pH, dan suhu melalui mikrokontroler. - Pemantauan komprehensif menggunakan berbagai sensor (EC, TDS, pH, <i>Liquid Level</i>, dan <i>Temperature</i>). - <i>Database cloud</i> untuk penyimpanan dan pengambilan data. - Pemantauan jarak jauh melalui aplikasi Android. - Mengurangi intervensi manual.
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> - Membutuhkan koneksi internet yang stabil untuk fungsionalitas <i>database cloud</i>. - Pengaturan awal mungkin rumit untuk pengguna non-teknis.
Keterbatasan	<ul style="list-style-type: none"> - Komponen perangkat keras dan sensor membutuhkan biaya yang mahal. - Potensi masalah dengan kalibrasi dan pemeliharaan sensor.

1.2.2 Produk B

Tabel 1.2 Produk B

Karakteristik	AWNDES Monitoring
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none">- Monitoring nutrisi secara <i>real-time</i> dengan mikrokontroler.- Menggunakan sensor TDS, pH, dan <i>Temperature</i> untuk pemantauan kondisi hidroponik.- <i>Cloud database</i> untuk penyimpanan dan pengambilan data.- Pemantauan jarak jauh melalui website.
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none">- Terbatas pada pemantauan hanya TDS, pH, dan suhu dibandingkan dengan Produk A yang memiliki lebih banyak sensor.- Ketergantungan pada <i>website</i> untuk akses jarak jauh, yang tidak <i>se-user-friendly</i> seperti aplikasi.- Masih harus menambahkan nutrisi secara manual
Keterbatasan	<ul style="list-style-type: none">- Alat yang dikembangkan tidak dapat mengontrol parameter yang dibutuhkan tanaman secara otomatis

BAB 2

SPESIFIKASI DAN BATASAN SOLUSI

2.1 Dasar Penentuan Spesifikasi

Secara umum, dasar penentuan spesifikasi untuk *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic* berfokus pada tantangan yang dihadapi dalam pertanian hidroponik konvensional di Indonesia. Tantangan tersebut termasuk keterbatasan lahan di perkotaan, ketergantungan pada pengamatan manusia yang kurang konsisten, waktu evaluasi yang lama, dan keterbatasan akses informasi. Berdasarkan analisis masalah yang diambil dari survei di RW 15 Desa Lengkong, Kecamatan Bojongsong, seperti pada Lampiran CD-2. Diidentifikasi bahwa hidroponik konvensional memerlukan solusi yang lebih efisien dan otomatis.

Solusi yang diusulkan adalah AWNDES, yang memanfaatkan sensor dan teknologi *Internet of Things (IoT)* untuk pemantauan dan pengendalian nutrisi secara real-time. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi produksi, memberikan solusi ramah lingkungan, dan memudahkan akses jarak jauh melalui aplikasi yang *user-friendly*. AWNDES menggunakan tanaman selada sebagai subjek penelitian dan memiliki beberapa parameter spesifik yang harus dipenuhi, termasuk pH air, suhu air, ketinggian air, dan kadar nutrisi.

2.2 Batasan dan Spesifikasi

Dalam pembuatan rancangan system AWNDES, ada beberapa batasan dan spesifikasi pada Tabel 2.1 yang harus dipenuhi untuk meningkatkan efisiensi produksi, memberikan solusi ramah lingkungan, dan memudahkan akses jarak jauh.

Tabel 2.1 Spesifikasi & Batasan

Hal	Rincian
Mikrokontroler	Mengolah data dari sensor-sensor (EC, TDS, pH air, tingkat ketinggian air, suhu air) dan mengirimkan ke <i>database</i> .
Sensor TDS	Mengukur total padatan terlarut dalam larutan dengan satuan ppm (0 – 1.000 ppm).
Sensor EC	Mengukur jumlah ion terlarut dengan satuan mS/cm (0 – 1.0 mS/cm).
Sensor pH	Mendeteksi kadar pH air di rentang 6,0-7,0.
Sensor ketinggian air	Memantau tingkat ketinggian air secara tepat.

Sensor suhu	Dapat mendeteksi suhu air ideal berkisar dari 25 – 27°C.
Otomatisasi	Sistem berjalan otomatis sesuai kebutuhan tanaman.
Aplikasi	Menyediakan data <i>real-time</i> yang <i>user-friendly</i> dan dapat diakses dari jarak jauh.

2.2.1 Deskripsi Spesifikasi

1. Mikrokontroler

Berfungsi sebagai pengolah data dari sensor-sensor yang terpasang di sistem hidroponik. Data ini kemudian dikirim ke *database* untuk pemantauan dan pengambilan keputusan secara otomatis.

2. Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS)

Mengukur konsentrasi padatan terlarut dalam air hidroponik dengan akurasi dalam rentang 0 - 1.000 ppm[6]. Sensor ini memastikan nutrisi dalam air selalu dalam kondisi optimal.

3. Sensor *Electrical Conductivity* (EC)

Mengukur jumlah ion terlarut yang menghantarkan listrik dalam air dengan rentang 0-1.0 mS/cm[6]. Hal ini penting untuk menentukan kadar nutrisi yang tersedia bagi tanaman.

4. Sensor pH Air

Mendeteksi pH air dan memastikan pH berada dalam rentang 6,0-7,0[7]. Jika pH tidak berada dalam rentang tersebut, sistem akan menyesuaikan dengan menambahkan cairan pH *up* atau pH *down* secara otomatis.

5. Sensor Suhu Air

Memantau suhu air dan memastikan suhu berada di rentang optimal 25-27°C[8]. Jika suhu melebihi rentang ini, sistem akan mengaktifkan peltier untuk mendinginkan air.

6. Sensor Ketinggian Air

Memastikan air di dalam bak hidroponik selalu berada pada ketinggian yang sesuai untuk memastikan akar tanaman selalu terkena air[9].

7. Otomatisasi

Sistem harus dapat beroperasi secara otomatis untuk menyesuaikan kebutuhan tanaman terhadap nutrisi, pH, dan suhu air tanpa intervensi manual.

8. Aplikasi

Aplikasi yang digunakan harus mudah digunakan (*user-friendly*) dan mampu menampilkan data dari sistem hidroponik secara real-time. Aplikasi ini juga harus dapat diakses dari jarak jauh menggunakan koneksi internet.

2.3 Pengukuran/Verifikasi Spesifikasi

Dalam pengembangan sistem ini, spesifikasi yang tercantum pada Tabel 2.1 akan diverifikasi melalui pengujian untuk memastikan kinerja sistem. Peneliti telah menentukan parameter yang akan diuji, seperti pemantauan nutrisi, aplikasi, nutrisi tanaman, pH air, level air, suhu air, nilai EC, dan kemudahan penggunaan aplikasi. Rincian pengujian ini dijelaskan lebih lanjut dalam Tabel 2.2

Tabel 2.2 Pengukuran/Verifikasi Spesifikasi

Parameter	Rincian	Metode Pengujian	Prosedur Pengujian
Otomatisasi	Sistem dapat memberi kebutuhan tanaman dihidroponik secara otomatis.	Pengukuran dilakukan dengan implementasi sistem dan pengamatan untuk memastikan sistem otomatisasi berjalan sesuai ketentuan.	Pengujian dilakukan dengan menaikkan atau menurunkan nilai kebutuhan nutrisi, pH, dan suhu dihidroponik, lalu dilihat apakah otomatisasi berjalan sesuai dengan parametere yang telah ditentukan .
Aplikasi	Sistem menampilkan semua data yang telah diterima secara real-time.	Pengukuran dilakukan dengan penerimaan data secara real-time terus menerus.	Pengujian dilakukan dengan cara membuktikan apakah sistem dapat membaca dan menerima data secara akurat dan real-time.
Nutrisi Tanaman	Sistem dapat mendeteksi nutrisi yang ada pada air tanaman hidroponik.	Pengukuran dibandingkan menggunakan TDS Meter.	Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor nutrisi dengan TDS Meter.
		Pengukuran dibandingkan menggunakan EC Meter.	Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor nutrisi dengan EC Meter.
pH Air	Sistem dapat mendeteksi pH yang	Pengukuran dibandingkan	Pengujian dilakukan dengan membandingkan

	ada pada air di tanaman hidroponik.	menggunakan pH Meter.	hasil pembacaan sensor pH air dan pH Meter
Ketinggian air	Sistem dapat mendeteksi ketinggian air yang ada pada air di tanaman hidroponik.	Pengukuran ketinggian air dibandingkan menggunakan penggaris.	Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor ketinggian air lalu dibandingkan dengan pengukuran secara manual.
Suhu air	Sistem dapat memantau suhu air dari tanaman.	Pengukuran dibandingkan menggunakan termometer suhu air.	Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor suhu lalu dibandingkan dengan hasil suhu yang diukur menggunakan termometer suhu air.
Kemudahan Penggunaan Aplikasi	Aplikasi yang digunakan mudah dipahami oleh calon pengguna (<i>userfriendly</i>).	Pengukuran menggunakan google form.	Google form disebar untuk mendapatkan penilaian dari <i>user</i> mengenai kemudahan penggunaan website

BAB 3

DESAIN RANCANGAN SOLUSI

3.1 Alternatif Usulan Solusi

Berdasarkan batasan dan spesifikasi yang telah dijelaskan dalam dokumen CD 2, solusi yang dirancang adalah alat IoT berbasis mikrokontroler. Alat ini terkoneksi dengan internet, mampu memantau dan mengontrol pH air, nutrisi air, suhu lingkungan, dan level air. Alat ini juga dapat menampilkan data kondisi tanaman hidroponik kepada pengguna. Terdapat berbagai alternatif solusi yang dirancang, mengingat variasi penggunaan koneksi internet dan komponen utama dari alat yang beragam. Berikut adalah alternatif solusi yang telah dirancang:

3.1.1 Alternatif Usulan Solusi 1

Tabel 3.1 Alternatif Usulan Solusi 1

Kriteria	Detail Alternatif Usulan Solusi 1
Dasar Pemilihan Alternatif	Raspberry Pi sebagai mikrokontroler.
Fitur Utama	Kontrol otomatis dan pemantauan <i>real-time</i> melalui <i>website</i> .
Fitur Tambahan	Akses universal, visualisasi data grafis.
Prosedur Pengoperasian	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrol Otomatis: Sistem memantau dan menyesuaikan pH, suhu, dan nutrisi air. - Pemantauan <i>Real-Time</i>: Menggunakan sensor pH, suhu, ultrasonik, TDS, dan EC yang terhubung ke Raspberry Pi. Data divisualisasikan di <i>website</i>. - Visualisasi Data: Data divisualisasikan dalam grafis di <i>dashboard website</i>. - Akses Universal: Informasi dapat diakses dari berbagai perangkat kapan saja dan di mana saja.
Hasil Solusi yang Diharapkan	Pemantauan kondisi hidroponik yang efisien dan akurat, akses data dari mana saja, mudah digunakan dan dipahami.

Tabel 3.1 menyajikan kriteria dan detail alternatif usulan solusi menggunakan Raspberry Pi sebagai mikrokontroler. Raspberry Pi dipilih karena kemampuannya mengendalikan

perangkat dan mengolah data sensor. Sistem ini menawarkan kontrol otomatis dan pemantauan *real-time* melalui *website*, memungkinkan pengguna untuk mengontrol dan memantau kondisi hidroponik secara otomatis. Fitur tambahan meliputi akses universal dan visualisasi data grafis, sehingga informasi dapat diakses dari berbagai perangkat kapan saja dan di mana saja, serta memudahkan pemahaman data. Prosedur pengoperasiannya melibatkan kontrol otomatis untuk pH, suhu, dan nutrisi air, pemantauan *real-time* menggunakan berbagai sensor yang terhubung ke Raspberry Pi, serta visualisasi data dalam bentuk grafis di *dashboard* website[7]. Hasil solusi yang diharapkan adalah pemantauan kondisi hidroponik yang efisien dan akurat, akses data dari mana saja, serta kemudahan penggunaan dan pemahaman.

3.1.2 Alternatif Usulan Solusi 2

Tabel 3.2 Alternatif Usulan Solusi 2

Kriteria	Detail Alternatif Usulan Solusi 2
Dasar Pemilihan Alternatif	Lynx 32 sebagai mikrokontroler.
Fitur Utama	Kontrol otomatis dan pemantauan <i>real-time</i> melalui aplikasi.
Fitur Tambahan	Visualisasi data mendetail, antarmuka pengguna yang intuitif, integrasi dengan perangkat IoT lainnya.
Prosedur Pengoperasian	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrol Otomatis: Sistem memantau dan menyesuaikan pH, suhu, dan nutrisi air. - Pemantauan <i>Real-Time</i>: Menggunakan sensor pH, suhu, ultrasonik, TDS, dan EC yang terhubung ke Lynx 32. Data divisualisasikan di aplikasi. - Visualisasi Data: Data divisualisasikan dalam grafis yang menarik di aplikasi.
Hasil Solusi yang Diharapkan	Visualisasi data yang mendetail dan menarik, antarmuka yang mudah digunakan, kemampuan integrasi dengan perangkat lain untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemantauan.

Tabel 3.2 menyajikan kriteria dan detail alternatif usulan solusi menggunakan Lynx 32 sebagai mikrokontroler. Lynx 32 dipilih karena kemampuannya dalam kontrol otomatis dan pemantauan *real-time* melalui aplikasi. Fitur tambahan meliputi visualisasi data mendetail,

antarmuka pengguna yang intuitif, dan integrasi dengan perangkat IoT lainnya. Proses pengoperasiannya melibatkan kontrol otomatis pH, suhu, dan nutrisi air, serta pemantauan real-time dengan sensor terhubung ke Lynx 32, yang data-nya divisualisasikan melalui aplikasi[10]. Solusi ini diharapkan memberikan visualisasi data yang mendetail dan menarik, antarmuka yang mudah digunakan, serta kemampuan integrasi dengan perangkat lain untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemantauan.

3.1.3 Alternatif Usulan Solusi 3

Tabel 3.3 Alternatif Usulan Solusi 3

Kriteria	Detail Alternatif Usulan Solusi 2
Dasar Pemilihan Alternatif	ESP32 sebagai mikrokontroler.
Fitur Utama	Kontrol otomatis dan pemantauan <i>real-time</i> dengan SMS.
Fitur Tambahan	Pemberitahuan SMS tentang status dan tindakan sistem.
Prosedur Pengoperasian	<ul style="list-style-type: none"> - Kontrol Otomatis: Sistem memantau dan menyesuaikan pH, suhu, dan nutrisi air. - Pemberitahuan Real-Time: Menggunakan sensor pH, suhu, ultrasonik, TDS, dan EC yang terhubung ke ESP32 dengan bantuan NodeMCU dan modul GSM. Data dikirimkan melalui SMS. - Visualisasi Data: Data diinformasikan melalui SMS dengan perintah "Cek Kondisi".
Hasil Solusi yang Diharapkan	Informasi yang terus diperbarui melalui SMS, pemantauan kondisi air yang tidak memerlukan akses langsung ke sistem, kemudahan dalam menerima notifikasi.

Tabel 3.3 menggambarkan kriteria dan detail alternatif usulan solusi menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler. ESP32 dipilih karena kemampuannya dalam kontrol otomatis dan pemantauan real-time dengan SMS. Fitur tambahan meliputi pemberitahuan SMS tentang status dan tindakan sistem. Proses pengoperasiannya melibatkan kontrol otomatis pH, suhu, dan nutrisi air, serta pemberitahuan *real-time* dengan sensor terhubung ke ESP32 melalui NodeMCU dan modul GSM, yang data-nya dikirimkan melalui SMS[11]. Solusi ini

diharapkan memberikan informasi yang terus diperbarui melalui SMS, pemantauan kondisi air yang tidak memerlukan akses langsung ke sistem, serta kemudahan dalam menerima notifikasi.

3.2 Analisis dan Pemilihan Solusi

Metode pemilihan solusi yang digunakan adalah matrik pemilihan. Parameter yang digunakan untuk menentukan solusi adalah biaya yang terjangkau (tidak terlalu murah atau mahal), tingkat kestabilan, kemampuan komputasi mikrokontroler, konsumsi daya, *bandwidth* (lebar pita), menarik dan efisien, kemudahan pengguna dan kehandalan alat. Kriteria dipertimbangkan berdasarkan kebutuhan, kemudahan pembuatan alat dan panjang masa alat dapat digunakan. Rating 1(rendah) sampai 5(tinggi) merupakan penilaian pentingnya alat yang akan digunakan sebagai parameter solusi yang terpilih.

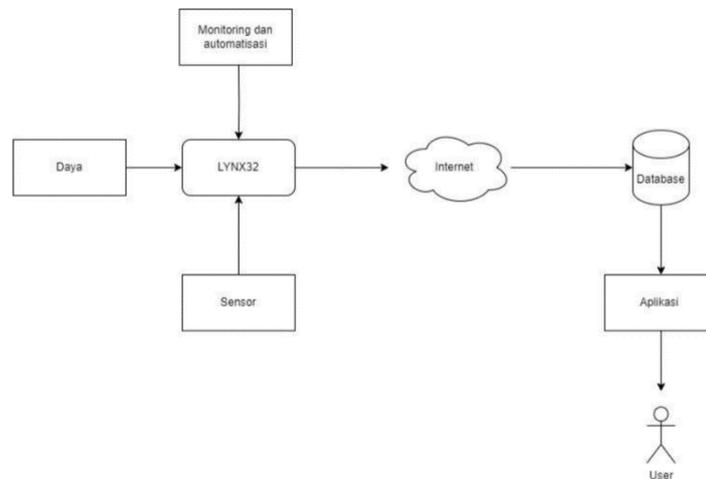
Tabel 3.4 Matriks Keputusan dalam Pemilihan Solusi

Kriteria Seleksi	Bobot	Raspberry Pi & Website		Lynx32 & Aplikasi		ESP32 & SMS Gateway	
		Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot	Rating	Nilai Bobot
Harga Terjangkau	35%	2	0.7	4	1.4	5	1.75
Tingkat kestabilan	5%	4	0.15	4	0.15	3	0.15
Kemampuan Komputasi	10%	5	0.5	4	0.4	3	0.3
Konsumsi Daya	10%	2	0.2	3	0.3	4	0.4
Kehandalan	10%	5	0.5	4	0.4	3	0.3
Menarik & Efisien	15%	4	0.6	5	0.75	2	0.3
Kemudahan Pengguna	15%	4	0.6	3	0.45	4	0.45
Total Nilai		3.25		3,85		3.65	
Peringkat		3		1		2	
Lanjutkan?		Tidak		Ya		Tidak	

Berdasarkan matriks keputusan fitur terpilih adalah menggunakan mikrokontroler Lynx32 dan Aplikasi sebagai visualisasi datanya. Keputusan diambil dengan mempertimbangkan biaya yang terjangkau, tingkat kestabilan dari mikrokontroler dan aplikasi, kemampuan komputasi dari mikrokontroler, konsumsi daya mikrokontroler, kehandalan mikrokontroler dan aplikasi, kemenarikan dan efisiensi aplikasi, dan kemudahan bagi pengguna.

3.3 Desain Solusi Terpilih

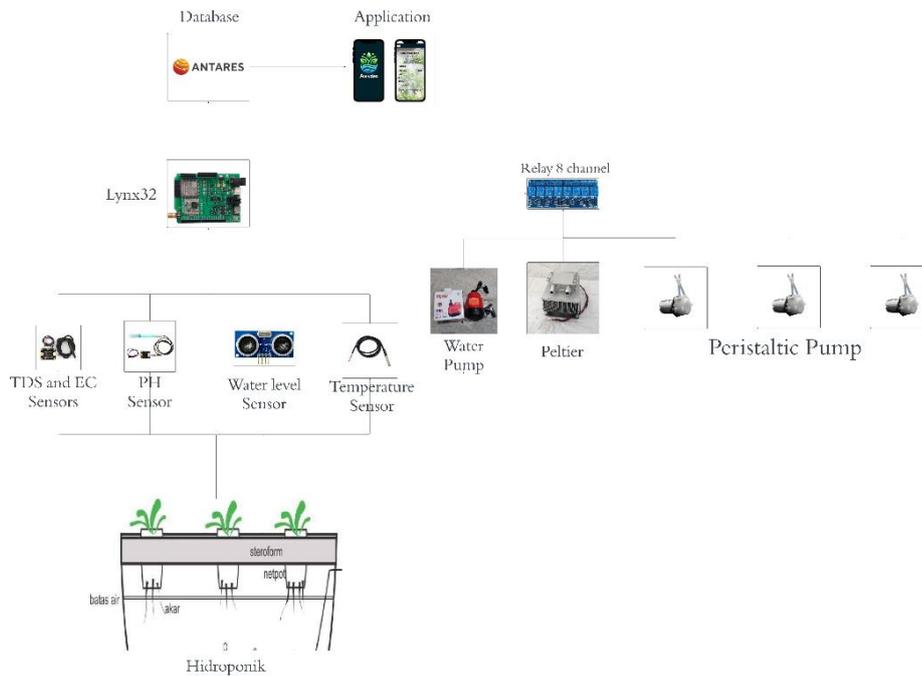
3.3.1 Blok Diagram Alur



Gambar 3.1 Blok Diagram AWNDES

Gambar 3.1 menggambarkan alur *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic* sistem yang akan dikembangkan. Sistem dimulai dari Lynx 32 yang diberikan *power*, yang kemudian lynx 32 mengambil data dari sensor lalu data tersebut dikirimkan ke *database* melalui koneksi internet untuk melakukan penyimpanan data monitoring dan otomatisasi. Hasil dari data *real-time* yang telah didapatkan akan ditampilkan pada aplikasi, sehingga *user* dapat memonitoring kondisi tanaman hidroponik dan melakukan tindakan yang sesuai dengan kondisi yang ada.

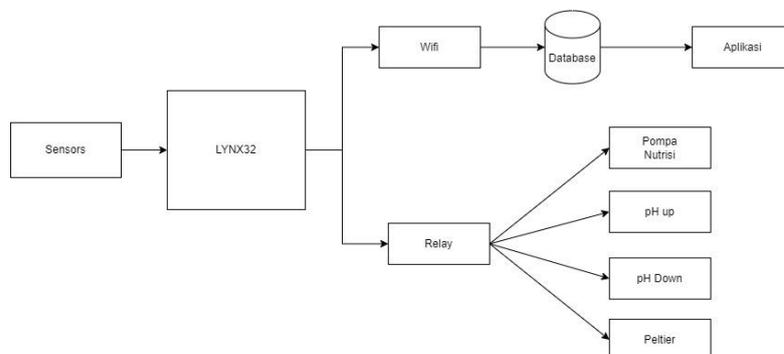
3.3.2 Skema AWNDES



Gambar 3.2 Skema AWNDES

Pada Gambar 3.2 menjelaskan tentang skema dari AWNDES yang memiliki sensor TDS dan EC, sensor pH, sensor Tingkat air, dan sensor suhu yang akan dihubungkan ke Lynx 32 dengan menggunakan kabel jumper. Semua sensor tersebut nantinya akan diletakan kedalam wadah penampungan air hidroponik untuk memonitoring keadaan lingkungan hidroponik. Lalu semua pompa dan peltier akan dihubungkan ke relay yang telah terhubung dengan Lynx 32 agar dapat mengontrol kadar nutrisi. pH serta suhu pada tanaman hidroponik. Data yang telah diperoleh dari setiap sensor akan dikirimkan ke Lynx 32. Kemudian Lynx 32 yang terhubung dengan internet akan mengirimkan data tersebut ke *database* untuk dikumpulkan dan akan ditampilkan melalui aplikasi.

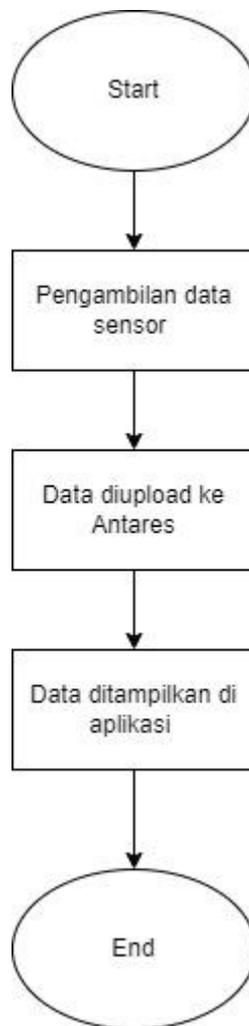
3.3.3 Blok Diagram Otomatisasi



Gambar 3.3 Blok Diagram Otomatisasi

Gambar 3.3 menjelaskan blok diagram otomatisasi sistem ini dimulai dengan sensor-sensor yang mengukur parameter lingkungan seperti pH, *Total Dissolved Solids* (TDS), *Electrical Conductivity* (EC), suhu, dan ketinggian air. Data dari sensor-sensor ini kemudian dikirimkan ke Lynx32, yang berfungsi sebagai unit pengolahan utama (mikrokontroler). Lynx32 mengolah data yang diterima dan meneruskannya ke berbagai modul lainnya sesuai kebutuhan. Modul Wifi menghubungkan Lynx32 dengan jaringan internet untuk pengiriman data ke *database* untuk penyimpanan dan pemrosesan lebih lanjut. Data yang disimpan di *database* ini kemudian dapat diakses oleh aplikasi, yang berfungsi sebagai antarmuka pengguna.

3.3.4 *Flowchart Database*

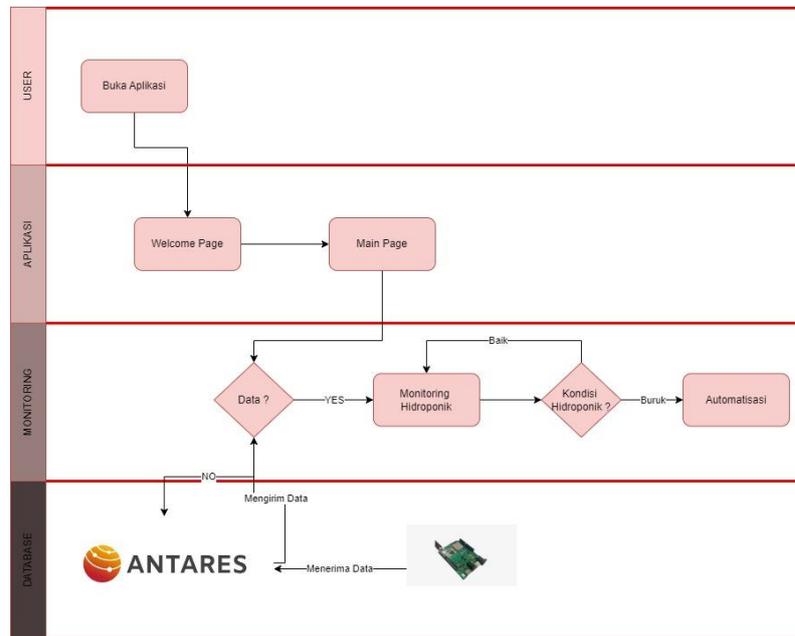


Gambar 3.4 *Flowchart Database*

Gambar 3.4 merupakan *flowchart database*. Proses dimulai dengan pengambilan data sensor, Lynx32 mengumpulkan data dari berbagai sensor. Setelah data terkumpul, langkah berikutnya adalah mengunggah data tersebut ke Antares. Antares berfungsi sebagai platform

untuk menyimpan atau mengolah data lebih lanjut. Setelah data berhasil diunggah, langkah terakhir adalah menampilkan data tersebut di aplikasi, sehingga kondisi dari tanaman hidroponik dapat di monitoring oleh pengguna.

3.3.5 UML Activity Diagram Mobile Application



Gambar 3.5 UML diagram AWNDES

Gambar 3.5 merupakan diagram UML dari sistem AWNDES, yang menunjukkan sistem monitoring dan otomatisasi kondisi air untuk tanaman hidroponik. Diagram ini dibagi menjadi empat kategori utama, yaitu *user*, aplikasi, pemantauan, dan *database*. Masing-masing kategori tersebut merepresentasikan fungsionalitas dan kinerja yang saling terintegrasi, sehingga memungkinkan aplikasi digunakan secara efektif untuk aktivitas pemantauan dan kontrol otomatis pada tanaman hidroponik.

Berikut detail dari setiap tindakan dalam blok diagram di atas:

1. Tahapan Penggunaan aplikasi

- *User* membuka aplikasi: Aplikasi akan menampilkan *welcome page*.
- *User* menyentuh layar aplikasi: Aplikasi akan menampilkan data dari sensor yang ada di *database*.

2. Proses Monitoring

- Sensor mengumpulkan data: Sensor yang telah terintegrasi pada penyimpanan air akan mengumpulkan data kondisi tanaman hidroponik seperti nilai dari pH, Tingkat air, suhu, TDS, dan EC.
- Data diproses dan ditampilkan pada aplikasi: Data yang dikumpulkan oleh sensor akan dikirim ke *database* untuk diproses dan ditampilkan di *mainpage* aplikasi.
- *User* memantau data: *User* dapat memantau data dari kondisi tanaman hidroponik secara *real-time*.

3. Kontrol otomatis

- Sistem mengontrol kondisi nutrisi tanaman hidroponik: Berdasarkan data yang telah dikumpulkan sistem akan mengontrol nutrisi tanaman hidroponik menggunakan pompa peristaltic untuk TDS dan pH. Serta Peltier untuk suhu agar kondisi dari tanaman hidroponik tetap optimal.

4. Integrasi IoT

- Lynx32 adalah mikrokontroler berbasis ESP32 yang digunakan untuk mengolah data dan mengontrol sensor.
- *Database* berfungsi untuk menyimpan data sensor, memproses data, dan menyediakan akses data untuk aplikasi.
- Sensor IoT yang telah terhubung dengan Lynx32 digunakan untuk mengumpulkan data kualitas air.

3.4 Jadwal dan Anggaran

Tabel 3.5 berisikan jadwal kegiatan pembuatan alat yang menggambarkan urutan kegiatan, dan durasi waktu pengerjaan yang dilakukan selama 5 bulan dimulai sejak Februari 2024 hingga Juni 2024.

Tabel 3.5 Jadwal Pembuatan Alat

No	Kegiatan	Bulan																			
		Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Mendesain alat	■	■	■	■																
2	Pembelian Alat					■	■														
3	Pembuatan Prototipe							■	■	■	■										
4	Pemrograman Alat									■	■	■	■	■	■						
5	Uji Coba Alat															■	■	■	■		
6	Evaluasi Kinerja Alat																	■	■	■	■

Kegiatan pembuatan alat dimulai dengan merancang desain alat guna menentukan struktur dan komponen apa saja yang akan digunakan pada prototipe yang hendak dibeli. Langkah selanjutnya yaitu pembelian peralatan dan bahan yang diperlukan untuk membangun prototipe tersebut dilanjutkan dengan proses pemrograman prototipe yang akan dilakukan dan dibuat sesuai dengan skema yang telah diatur pada desain awal. Selanjutnya tahap uji coba kinerja dilaksanakan untuk memastikan bahwa prototipe beroperasi secara optimal. Akhirnya, tahap penyempurnaan alat dan evaluasi kinerja alat untuk memastikan bahwa alat tersebut memenuhi standar yang diinginkan dan dapat memberikan manfaat yang diharapkan.

Tabel 3.6 Rencana Anggaran Biaya

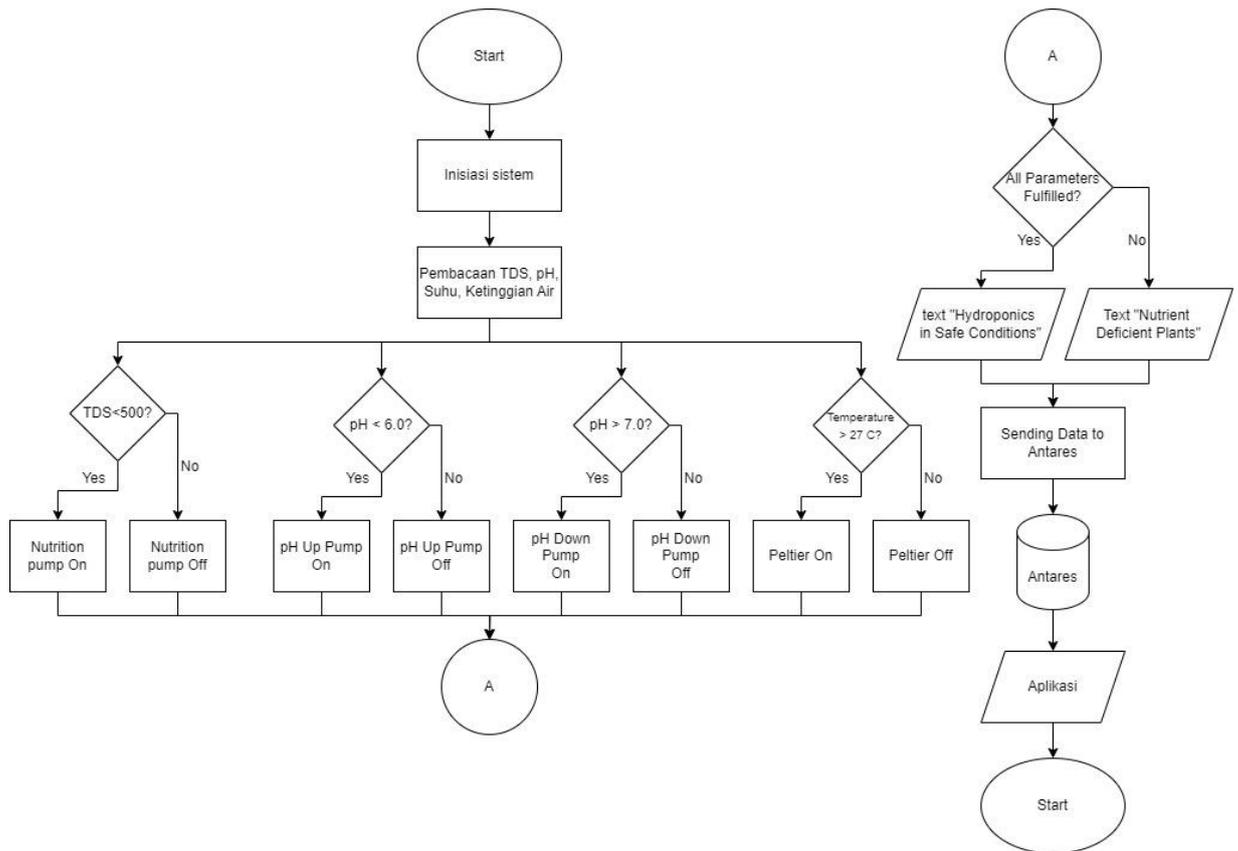
No	Komponen	Jumlah	Biaya Satuan (Rp)	Total Biaya (Rp)
1	Lynx32 Development Board	1	700000	700000
2	EC & TDS	1	220000	220000
3	HC-SR04	1	15900	15900
4	PH-4502C	1	244800	244800
5	DHT21 AM2301	1	55000	55000
6	Water pump 220-240 90w	1	217560	217560
7	Peristaltic Pump	3	105000	315000
8	Talang Gully Trapesium	1	153000	153000
9	Baki Nutrisi Hidroponik	1	15000	15000
10	Box Panel	1	43500	43500
11	Peltier Chiller	1	150000	150000
12	Netpot	10	1100	11000
13	Kabel Jumper Male to Female	1	8500	8500
14	Kabel Jumper Male to Male	1	9150	9150
15	Pompa Peltier 220-240 v 10w	1	40000	40000
16	Stop Keran 3/4	1	20000	20000
17	Siku Paralon/Koendi 3/4	7	6300	44100
18	PVC Paralon 3/4	1	35000	35000
19	Triplek 1 Meter	1	15000	15000
20	Selang ½ Meter	1	8000	8000
21	Relay 4 Chanel	1	28500	28500
22	Breadboard	1	7000	7000
23	Power supply	1	64900	64900
24	Analog Isolator	1	350000	350000
Total Biaya				2770910

BAB 4

IMPLEMENTASI

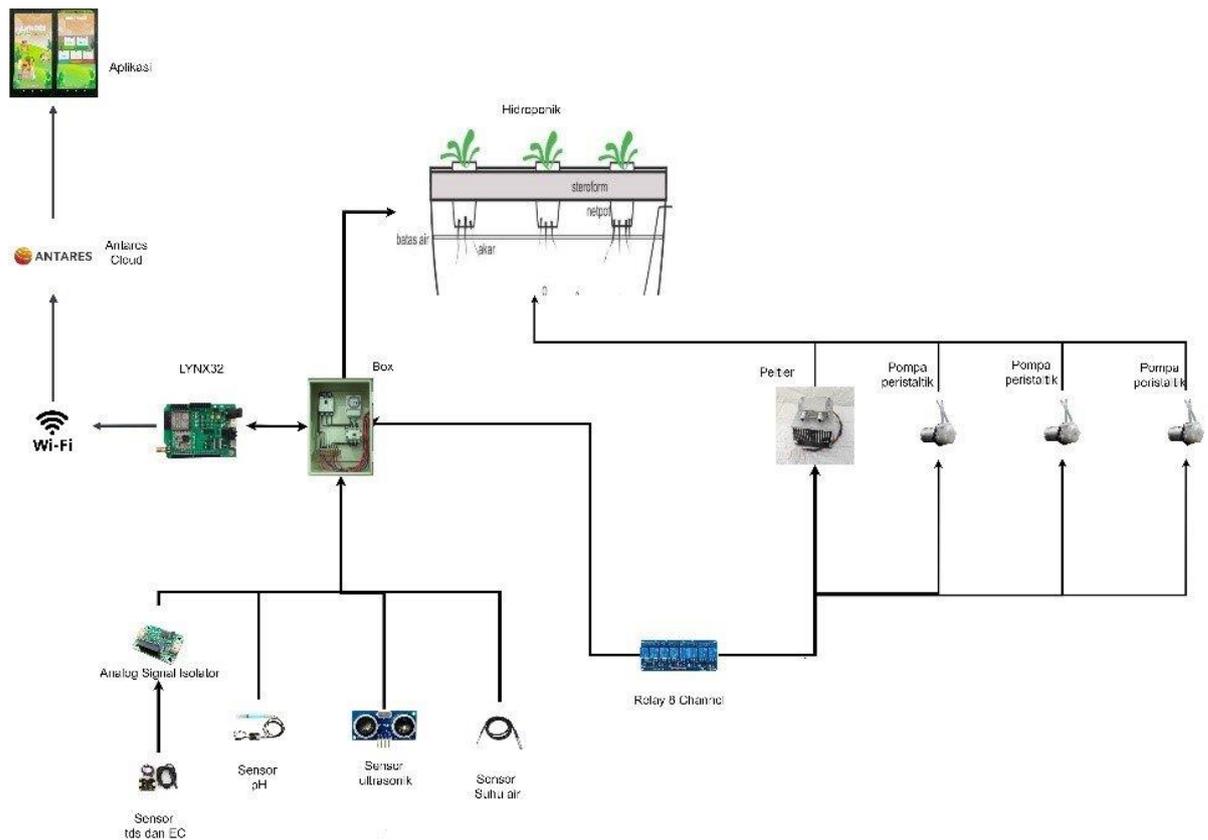
4.1 Deskripsi Umum Implementasi

Berdasarkan desain rancangan solusi yang telah disusun secara detil di CD-3, implementasi atas alternatif solusi 2 kami bagi menjadi 3 bagian yaitu, perancangan mikrokontroler dan arsitektur Internet of Things (IoT), pemrograman terkait rancangan dari mikrokontroler yang telah dirakit, dan pemrograman mengenai aplikasi yang dibuat. Pada perancangan mikrokontroler dan arsitektur IoT proses implementasinya yaitu menghubungkan Lynx 32 WiFi dengan kelima sensor yaitu sensor Total Dissolved Solid (TDS), sensor Electrical Conductivity (EC), sensor pH, sensor ultrasonik, dan sensor suhu, dan uji komponen. Pada bagian pemrograman terkait rancangan dari mikrokontroler proses implementasinya yaitu membuat koneksi antara perangkat lunak (software) dengan sensor dan WiFi, dengan WiFi Gateway, dengan platform data berbasis HTTP, dengan aplikasi yang digunakan untuk mengumpulkan data dari sensor-sensor, membuat program untuk mengumpulkan data dari sensor-sensor dan mengirimkannya ke platform berbasis HTTP, dan uji program. Pada bagian pemrograman mengenai aplikasi yang dibuat proses implementasinya yaitu melakukan instalasi software, menentukan bahasa pemrograman, mulai proyek baru, impor library, dan uji aplikasi.



Gambar 4. 1 Flowchart AWNDES

Gambar 4.1 menjelaskan alur kerja dari AWNDES. Dimulai dari inisiasi sistem kemudian membaca keadaan hidroponik seperti nilai jarak ke permukaan air, pH air, suhu air, dan TDS secara real-time. Setelah itu, sistem akan mengukur apakah nilai TDS berada di bawah 500 ppm jika ya, sistem akan mengaktifkan pompa nutrisi, jika tidak, sistem akan mematikan pompa nutrisi. Selanjutnya, sistem mengukur pH jika pH kurang dari 6.0, pompa pH up akan menyala, jika tidak, pompa pH up akan mati, dan jika pH lebih dari 7.0, pompa pH down akan menyala, jika tidak, pompa pH down akan mati. Sistem juga membaca nilai suhu jika suhu berada di atas 27°C, maka peltier akan menyala, dan jika tidak, peltier akan mati. Setelah itu, sistem juga akan memantau dan menganalisis parameter kesehatan tanaman. Jika ada nilai abnormal, ditampilkan pesan kondisi abnormal pada aplikasi, jika normal, data dianggap sehat. Data yang diperoleh dikirimkan ke database Antares, lalu data diambil untuk ditampilkan pada aplikasi dan proses monitoring berulang.



Gambar 4. 2 Ilustrasi perancangan AWNDES

Gambar 4.2 menunjukkan desain perancangan sistem AWNDES. Sistem ini mencakup lima sensor, analog signal isolator yang dihubungkan ke sensor tds dan modul relai 4 channel, di mana setiap channel relay terhubung ke perangkat peltier dan tiga pompa peristaltik. Semua ini dihubungkan ke mikrokontroler Lynx32 yang ditempatkan dalam kotak pelindung. Data yang diperoleh dari sensor-sensor ini dibaca oleh mikrokontroler Lynx32, kemudian dikirimkan ke platform Antares melalui koneksi WiFi. Data yang diterima oleh Antares kemudian ditampilkan melalui aplikasi.

4.2 Detil Implementasi

Implementasi ini merupakan integrasi antara perangkat keras (Lynx32 Development Board, DFRobot Analog TDS & EC Sensor, HC-SR04, PH-4502C, dan DS18B20 dengan perangkat lunak (Antares Cloud dan juga MIT App Inventor) untuk memonitor dan mengendalikan *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic*. Berikut adalah penjelasan detail terkait implementasi:

4.2.1 Penjelasan Mengenai *Software* AWNDES

Pada bagian ini dijelaskan mengenai proses pengambilan data sensor dan pengiriman data ke Antares, Antares Cloud, dan MIT App. Bahasa yang digunakan adalah C++, lalu protokol yang digunakan untuk mengirimkan data ke Antares adalah HTTP. HTTP (*HyperText Transfer Protocol*) adalah protokol aplikasi yang mendasari komunikasi di *World Wide Web*. Protokol ini dirancang untuk mengirimkan dan menerima berbagai jenis data seperti teks, gambar, dan video antara klien (seperti perangkat sensor) dan server (seperti Antares *Cloud*). Dalam konteks pengiriman data sensor ke Antares, HTTP memungkinkan data dikirim dalam format JSON yang mudah dibaca dan diolah oleh sistem penerima. Proses ini melibatkan pembuatan permintaan HTTP POST yang berisi data sensor, yang kemudian dikirim ke *endpoint* API Antares. HTTP dipilih karena kemampuannya untuk menyediakan transfer data yang stabil, efisien, dan mudah diimplementasikan pada berbagai perangkat.

RESTful API adalah jenis API yang memanfaatkan prinsip arsitektur REST (*REpresentational State Transfer*) dan menggunakan HTTP sebagai protokol komunikasinya. Dalam RESTful API, setiap permintaan HTTP harus mandiri (*stateless*), artinya setiap permintaan harus memuat semua informasi yang diperlukan tanpa bergantung pada permintaan sebelumnya. RESTful API mendukung operasi CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) yang esensial untuk pengelolaan data. Operasi Create menggunakan metode POST untuk menambah data baru ke server, Read menggunakan metode GET untuk mengambil data, Update menggunakan metode PUT atau PATCH untuk memperbarui data yang sudah ada, dan Delete menggunakan metode DELETE untuk menghapus data.

Dalam sistem AWNDES, operasi CRUD ini memungkinkan pengelolaan lengkap data sensor di Antares *Cloud*, mulai dari pengiriman data sensor baru, pengambilan data yang telah disimpan, pembaruan data sensor jika diperlukan, hingga penghapusan data yang tidak lagi relevan. Penggunaan HTTP dengan dukungan CRUD memastikan bahwa sistem hidroponik dapat beroperasi dengan optimal dan efisien, dengan data yang selalu *up-to-date* dan dapat diakses sesuai kebutuhan. RESTful API yang menggunakan HTTP mempermudah integrasi dan komunikasi antara berbagai aplikasi dan perangkat, menjadikan sistem lebih fleksibel dan scalable.

4.2.1.1 Arduino IDE

```
//pengambilan data sensor suhu
sensors.requestTemperatures();
temperatureC = sensors.getTempCByIndex(0);
//pengambilan data sensor TDS
gravityTds.setTemperature(temperatureC);
gravityTds.update();
tdsValue = gravityTds.getTdsValue();
ecValue = tdsValue * TDS_TO_EC_CONVERSION_FACTOR;
//Pengambilan data sensor pH
int sensorValue = analogRead(34);
ph = (5014.7 - sensorValue) / 265.29;

// Pengambilan data sensor tingkat air
digitalWrite(trigPin, LOW);
delayMicroseconds(2);
digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);

duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
distance = duration * 0.034 / 2;
int waterLevel = 11 - distance; // Calculate water level in cm
```

Gambar 4. 3 Proses pengambilan data dari sensor

Gambar 4.3 menjelaskan proses pengambilan data dari berbagai sensor dimulai dengan pengambilan data suhu menggunakan sensor DallasTemperature. Pertama, sensor diminta untuk mengambil suhu dengan memanggil `sensors.requestTemperatures()`, dan kemudian suhu dalam derajat Celsius diambil dengan `temperatureC = sensors.getTempCByIndex(0)`. Selanjutnya, data *Total Dissolved Solids* (TDS) diperoleh dari sensor TDS. Suhu yang telah diambil sebelumnya diatur pada sensor TDS melalui `gravityTds.setTemperature(temperatureC)`, lalu sensor diperbarui dengan `gravityTds.update()`, dan nilai TDS diambil menggunakan `tdsValue = gravityTds.getTdsValue()`. Nilai EC *Electrical Conductivity* dihitung dengan mengalikan nilai TDS dengan faktor konversi `TDS_TO_EC_CONVERSION_FACTOR`. Pengambilan data pH dilakukan dengan membaca nilai analog dari pin 34 menggunakan `int sensorValue = analogRead(34)` dan kemudian nilai pH dihitung berdasarkan rumus $(5014.7 - \text{sensorValue}) / 265.29$. Untuk mengukur tingkat air, sensor ultrasonik digunakan. Proses dimulai dengan mengirimkan pulsa rendah ke pin trigger dengan `digitalWrite(trigPin, LOW)`, diikuti oleh penundaan mikro selama 2 mikrodetik, kemudian mengirimkan pulsa tinggi selama 10 mikrodetik dengan `digitalWrite(trigPin, HIGH)`, dan akhirnya kembali ke pulsa rendah. Durasi waktu yang dibutuhkan untuk menerima pulsa balik diukur dengan `duration = pulseIn(echoPin, HIGH)`, yang kemudian digunakan untuk menghitung jarak dalam sentimeter dengan `distance = duration * 0.034 / 2`. Tingkat air dihitung dengan mengurangkan jarak dari nilai tetap, yakni `int waterLevel = 11 - distance`. Proses ini memastikan bahwa semua data sensor yang diperlukan diperoleh dengan tepat.

```
String ph_str = String(ph, 2) + " pH";
String temperatureC_str = String(temperatureC, 2) + " C";
String tds_str = String(tdsValue, 0) + " ppm";
String ec_str = String(ecValue, 2) + " uS/cm";
String waterLevel_str = String(waterLevel) + " cm"; // Updated variable name
String message;
```

Gambar 4. 4 Konversi Variable ke String

Pada Gambar 4.4 dijelaskan proses konversi nilai sensor yang telah diperoleh menjadi string yang siap dikirimkan dalam bentuk JSON. Pertama, nilai pH dikonversi menjadi string dengan dua digit desimal dan ditambahkan satuan " pH", disimpan dalam variabel `ph_str`. Nilai suhu dalam Celsius dikonversi menjadi string dengan dua digit desimal dan ditambahkan satuan " C", disimpan dalam variabel `temperatureC_str`. Nilai TDS dikonversi menjadi string tanpa digit desimal dan ditambahkan satuan " ppm", disimpan dalam variabel `tds_str`. Nilai EC dikonversi menjadi string dengan dua digit desimal dan ditambahkan satuan " uS/cm", disimpan dalam variabel `ec_str`. Nilai *level* air dikonversi menjadi string dengan satuan " cm", disimpan dalam variabel `waterLevel_str`. Terakhir, variabel `message` didefinisikan untuk menyimpan pesan status yang akan dikirim bersama data sensor lainnya. Proses konversi ini memastikan bahwa semua data sensor diformat dengan baik dan jelas, siap untuk dikirim ke platform Antares.

```
antares.add("pH", ph_str);
antares.add("suhu", temperatureC_str);
antares.add("TDS", tds_str);
antares.add("EC", ec_str);
antares.add("jarak", waterLevel_str);
antares.add("Pompa_Nutrisi", pump1Status);
antares.add("Peltier", pump2Status);
antares.add("Pompa_pHup", pump3Status);
antares.add("Pompa_pHdown", pump4Status);
antares.add("message", message);
antares.send(projectName, deviceName);
}
sendSensorData(ph_str, temperatureC_str, tds_str, ec_str, waterLevel_str, pump1Status, pump2Status, pump3Status, pump4Status, message);
}
```

Gambar 4. 5 Pengiriman Data ke Antares

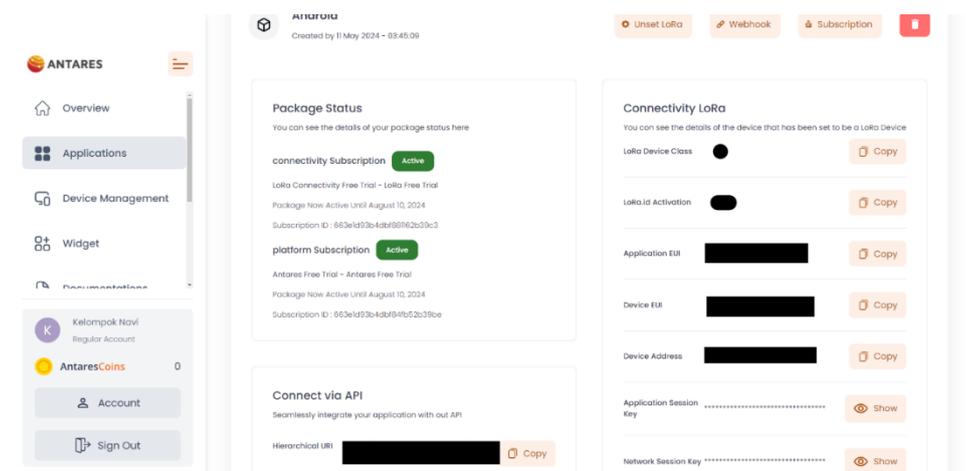
Proses pengiriman data menggunakan WiFi dengan protokol HTTP ditunjukkan pada Gambar 4.5. Proses ini dimulai dengan menambahkan berbagai parameter dan status ke objek antares melalui metode 'add()', di mana setiap pemanggilan add() mengaitkan nama parameter seperti "pH", "suhu", "TDS", "EC", "jarak", serta status pompa dengan nilai yang sesuai dari sensor. Fungsi sendSensorData adalah inti dari proses ini, yang bertanggung jawab untuk mengumpulkan data dari berbagai sensor dan mengirimkannya ke platform Antares. Fungsi ini menerima sejumlah data berupa nilai pH, suhu, TDS, EC, level air, status masing-masing pompa, dan pesan yang semuanya telah dikonversi menjadi string. Setelah semua data ditambahkan ke objek antares, metode 'send()' dipanggil dengan parameter projectName dan

deviceName untuk mengirim data ke platform Antares. Proses pengiriman ini melibatkan pengemasan data dalam format yang sesuai dengan API Antares, membangun permintaan HTTP POST yang berisi data tersebut, lalu mengirimkannya ke endpoint API, antares juga menambahkan header yang diperlukan.

4.2.1.2 Antares Cloud

Antares Cloud adalah platform cloud yang digunakan dalam mendesain *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic*. Ini adalah platform yang memungkinkan pengiriman dan penerimaan data secara aman antara aplikasi atau perangkat dengan *cloud*. Dalam konteks desain sistem ini, Antares *Cloud* digunakan untuk mengirim dan menerima data nutrisi, pH, suhu, dan Tingkat ketinggian air. Data data yang dikumpulkan dari sensor suhu akan dikirim ke Antares *Cloud* melalui protokol komunikasi yang sesuai. Antares *Cloud* akan menyimpan dan mengelola data suhu tersebut[8].

Berikut adalah penjelasan Implementasi platform Antares *Cloud* sebagai *database* dari AWNDES.



Gambar 4. 6 Tampilan Antares Cloud

Gambar 4.6 adalah tampilan dari Antares *Cloud* dalam implementasi sistem. Antares *Cloud* berperan sebagai platform yang menghubungkan perangkat ke database, dengan komunikasi yang difasilitasi melalui dua komponen utama yaitu modul WiFi dan platform Antares *Cloud*. Modul WiFi bertindak sebagai perangkat keras yang memungkinkan perangkat untuk mentransmisikan data secara nirkabel menggunakan teknologi WiFi. [12]. WiFi memungkinkan transmisi data dengan kecepatan tinggi di area lokal, menjadikannya ideal untuk aplikasi IoT. Sebagai penyedia layanan data, Antares *Cloud* menyediakan informasi kredensial penting yang diperlukan untuk mengonfigurasi perangkat dan memastikan

komunikasi yang aman dengan jaringan. Selain itu, Antares juga mendukung pengiriman data melalui WiFi dengan protokol HTTP, menyediakan fleksibilitas dalam metode transmisi data.

Time (WIB)	Resource Index (RI)	Data
2024-07-07T11:21:14.000Z	/antares-cse/cin- 8uhUMTyIYsd3TqiDbumX76iDsucr4Pxz	{"pH":6.63 pH,"suhu":24.75 C,"TDS":729 pp...


```

1 {
2   "pH": "6.63 pH",
3   "suhu": "24.75 C",
4   "TDS": "729 ppm",
5   "EC": "1457.38 uS/cm",
6   "jarak": "8 cm",
7   "Pompa_Nutrisi": "OFF",
8   "Peltier": "OFF",
9   "Pompa_pHup": "OFF",
10  "Pompa_pHdown": "OFF",
11  "message": "tanaman aman"
12 }

```

Gambar 4. 7 Data yang Diterima Antares Cloud

Selain sebagai penghubung antara perangkat dengan database, Antares Cloud juga berfungsi sebagai pusat data untuk semua informasi yang dikumpulkan dari sensor-sensor. Data seperti nilai *Total Dissolved Solids* (TDS), *Electrical Conductivity* (EC), tingkat air dari sensor ultrasonik, tingkat pH, dan suhu air dikirimkan ke Antares Cloud dalam format *JavaScript Object Notation* (JSON) melalui jaringan WiFi menggunakan protokol HTTP. Setelah data diterima seperti pada Gambar 4.7, Antares Cloud menyimpannya dengan aman dalam cloud, lalu data yang telah disimpan dapat diintegrasikan dengan MIT App untuk pengolahan lebih lanjut.

4.2.1.3 MIT App Inventor

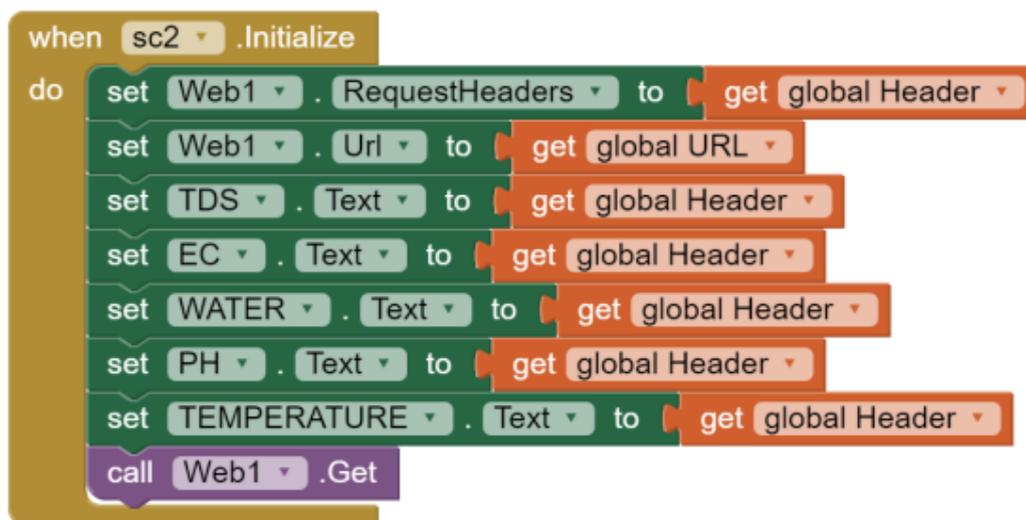
MIT App Inventor merupakan salah satu platform dalam pembuatan aplikasi sederhana tanpa harus mempelajari atau menggunakan bahasa pemrograman yang terlalu banyak. Pengguna dapat mendesain aplikasi android sesuai keinginan dengan menggunakan berbagai macam *layout* dan komponen yang tersedia[13]. Protokol yang digunakan *HyperText Transfer Protocol* (HTTP) dan *Application Programming Interface* (API) berbasis *Representational State Transfer* (REST) atau disebut RESTful API, yang beroperasi melalui HTTP dengan menggunakan metode standar untuk operasi CRUD (*Create, Read, Update, Delete*).

Berikut adalah penjelasan dari blocks code pada MIT App Inventor untuk pembuatan aplikasi untuk AWNDES.



Gambar 4. 8 Tampilan Blok Code Penghubung

Blok code pada Gambar 4.8 adalah variabel yang diperlukan pada projek ini sebagai media penghubung antara *database* Antares dan MIT App Inventor. Untuk mengambil data dari platform Antares dan menampilkannya di aplikasi yang dibuat menggunakan MIT App Inventor melibatkan penggunaan protokol *HyperText Transfer Protocol* (HTTP). HTTP adalah protokol dasar yang digunakan untuk mengirim dan menerima data antara klien (aplikasi) dan server (Antares). Pada Gambar 4.8 menunjukkan permintaan (HTTP Request) dengan membuat permintaan Web1 Get (HTTP Get) ke *Uniform Resource Locator* (URL) yang disediakan oleh Antares untuk mendapatkan data. Lalu pada blok kedua pada Gambar 4.8 menunjukkan Header yang digunakan untuk mengautentikasi dan menambahkan informasi tambahan atau jenis konten pada permintaan HTTP.



Gambar 4. 9 Blok Code Inisialisasi

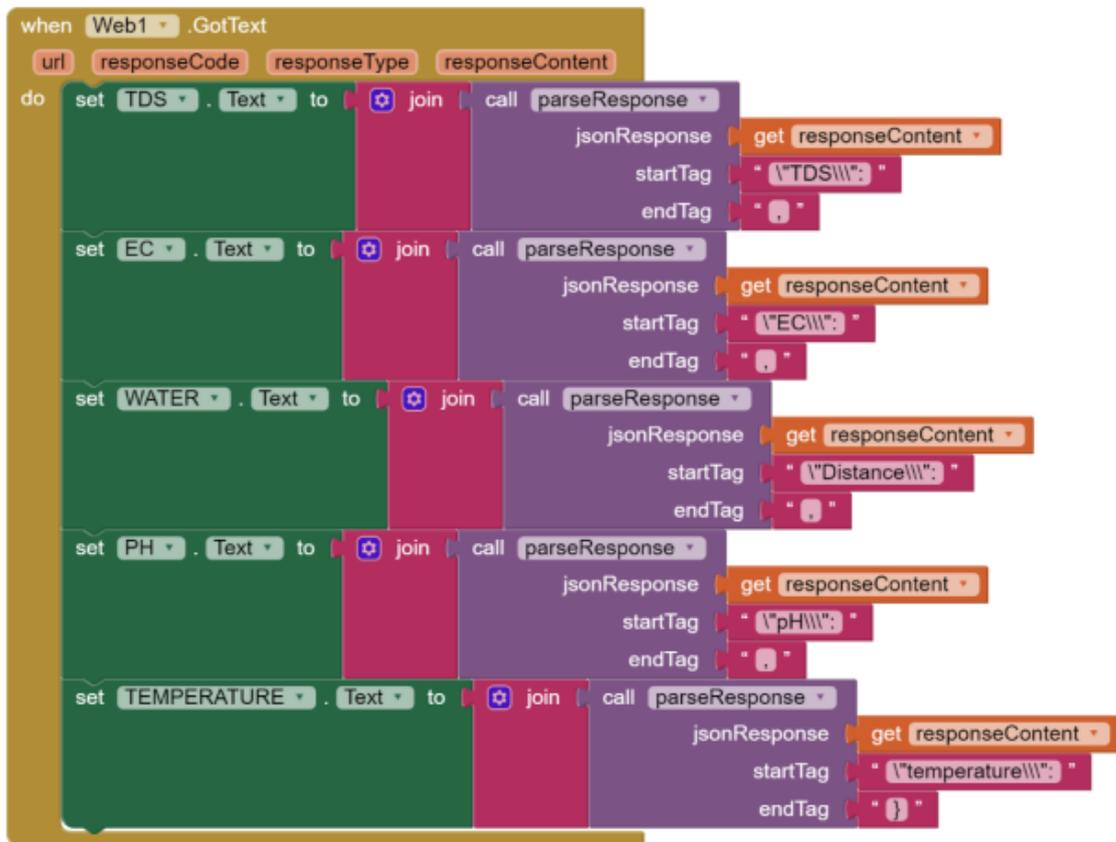
Blok code pada Gambar 4.9 adalah fungsi atau control, yang dimana ketika sc2 atau homepage di dibuka maka akan mengatur header untuk HTTP Request menggunakan nilai *global Header* yang telah diinisialisasi sebelumnya, lalu mengatur URL untuk HTTP Request menggunakan nilai *global URL* yang telah diinisialisasi sebelumnya pada Gambar 4.8. URL ini adalah *endpoint* di Antares yang menyimpan data yang ingin diambil. Lalu mengatur

beberapa label dari sensor-sensor yang digunakan dan mengirim permintaan HTTP Get ke URL yang telah diatur sebelumnya (global URL) dengan menggunakan header yang telah diatur (global Header). Permintaan ini akan mengakses data dari Antares.

```
to parseResponse jsonResponse startTag endTag
result
do
  set global tempData to split at first text get jsonResponse at get startTag
  if length of list list get global tempData = 2
  then
    set global tempData to select list item list get global tempData index 2
    set global tempData to select list item list split at first text get global tempData at get endTag index 1
  result get global tempData
```

Gambar 4. 10 Blok Code untuk parsing/pengurai data

Blok code pada Gambar 4.10 adalah *procedures* untuk parsing data JSON atau pengurai data yang diurai menjadi 2 bagian menjadi startTag dan endTag, berfungsi untuk mengambil data spesifik dari respon JSON dengan cara memecah string respon berdasarkan tag awal dan tag akhir. JsonResponse adalah string JSON yang diterima sebagai respon, startTag adalah tag awal yang digunakan untuk mencari data tertentu dalam respon JSON, dan endTag adalah tag akhir yang digunakan untuk memotong data dari respon JSON.



Gambar 4. 11 Blok Code untuk mendeklarasikan *database*

Blok code pada Gambar 4.11 mendeklarasikan ketika web1 atau server (Antares) mendapatkan data (HTTP Response) maka akan menyesuaikan dan mengisi data data JSON yang telah diatur didalam variable jsonResponse. Pada code diatas telah diatur untuk mengambil data dari TDS, EC, WATER, PH, & TEMPERATURE. Setelah itu startTag & endTag dapat di atur untuk data pertama dan terakhir yang akan ditampilkan homepage aplikasi.

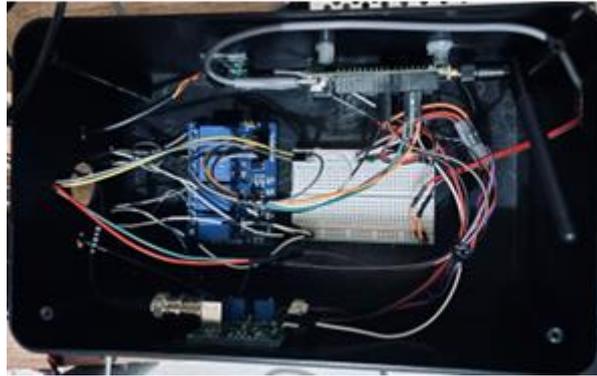


Gambar 4. 12 Tampilan aplikasi & Home Page

Pada Gambar 4.12 menampilkan tampilan awal dan *home page* dari AWNDES yang dibuat menggunakan MIT App Inventor. Pada tampilan awal aplikasi diatur agar pengguna dapat melihat dan mengetahui kepanjangan dari AWNDES, lalu untuk melanjutkan ke menu selanjutnya pengguna harus menekan layar untuk menampilkan menu atau *home screen*. Pada menu *Home Page* berisikan informasi dari keadaan hidroponik yang menggunakan sensor-sensor yang telah terkalibrasi sesuai dengan kebutuhan lalu ditampilkan diaplikasi. Untuk hasil implementasi aplikasi android dapat dilihat pada Lampiran CD-4.

4.2.2 Penjelasan Mengenai *Hardware* AWNDES

Perangkat keras (*Hardware*) yang digunakan pada *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic*. Perangkat keras ini menjadi dasar untuk sistem otomatis dari usulan solusi. Untuk hasil implementasi AWNDES dapat dilihat pada Lampiran CD-4.



Gambar 4. 13 Komponen AWNDES

Gambar 4.13 menampilkan komponen perangkat keras dari AWNDES, yang secara khusus terdiri dari lima sensor yang meliputi Sensor Total Dissolved Solids (TDS), Sensor pH, Sensor Suhu (*temperature*), Sensor Konduktivitas Listrik (EC), dan Sensor Tingkat Air. Keberadaan kelima sensor tersebut terintegrasi dengan mikrokontroler Lynx32.

4.2.2.1 Lynx32



Gambar 4. 14 Lynx32

Pada Gambar 4.14 Lynx32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang memproses data yang diterima dari sensor, mengolah informasi tersebut, dan memberikan sinyal keluaran berdasarkan kondisi yang telah diprogramkan. Papan mikrokontroler ini mendukung berbasis ESP32. Adapun spesifikasi yang dimiliki oleh board lynx 32 seperti pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Spesifikasi Lynx32

Spesifikasi	Lynx32 Development Board
Tegangan (v)	3,3 dan 5
Processor	<u>Dual Core 32 bit</u>

Maksimum link budget	<u>160 dB</u>
<i>High sensitivity</i>	Down to -148 dBm
<i>Programmable bit rate</i>	<i>up to 300 kbps</i>

4.2.2.2 Sensor *Total Dissolved Solid* (TDS) dan *Electrical Conductivity* (EC)



Gambar 4. 15 DFRobot Analog TDS & EC Sensor

Total Dissolved Solids (TDS) sensor adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur jumlah zat terlarut dalam air. TDS sensor ini dapat mendeteksi partikel terlarut yang termasuk zat organik dan anorganik dalam bentuk molekul, ionic, atau mikro-granular tersuspensi. TDS sensor ini juga dilengkapi dengan fitur-fitur seperti *waterproof probe* yang dapat direndam dalam air untuk pengukuran yang lama, dan sumber eksitasi AC yang efektif mencegah *probe* dari polarisasi dan memperpanjang umur *probe*. Selain itu, TDS sensor ini juga mudah digunakan dan dapat dihubungkan dengan mikrokontroler tanpa perlu di solder, serta memiliki ukuran yang kecil dan tidak mudah rusak karena terdapat perlindungan yang berfungsi untuk melindungi stik yang berfungsi sebagai penerima data dari sampel yang digunakan. Metode yang dapat digunakan untuk mengukur TDS dalam air adalah gravimetri dan konduktivitas listrik[14].

Electrical Conductivity (EC) untuk hidroponik digunakan untuk mengukur kepekatan larutan nutrisi tanaman hidroponik. EC meter ini berfungsi mengukur nilai konduktivitas listrik yang dihasilkan oleh larutan nutrisi, yang dapat menunjukkan konsentrasi garam dan ion yang terkandung dalam larutan. Dalam hidroponik, EC meter sangat penting untuk mengukur kualitas larutan nutrisi yang digunakan untuk memelihara tanaman. Nilai EC yang tinggi menunjukkan bahwa larutan nutrisi tersebut memiliki konsentrasi garam dan ion yang tinggi, sedangkan nilai EC yang rendah menunjukkan konsentrasi yang rendah. Penggunaan EC meter dalam hidroponik memungkinkan pengelolaan yang lebih efektif dan efisien dalam mengatur

kualitas larutan nutrisi, sehingga memungkinkan tanaman hidroponik untuk tumbuh dengan baik dan seimbang.

Untuk pembacaan nutrisi menggunakan DFRobot Analog TDS & EC Sensor yang memiliki berbagai spesifikasi seperti pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Spesifikasi DFRobot Analog TDS & EC

Spesifikasi	DFRobot Gravity: Analog TDS and EC Sensor
Input Voltage	3.3 ~ 5.5V
Output Voltage	0 ~ 2.3V
Working Current	3 ~ 6mA
Rentang Pengukuran	0 ~ 1000ppm
Akurasi	± 10% F.S. (25 °C)
Dimensi	13 × 8 × 3 cm
Berat	0.032 kg

4.2.2.3 Sensor pH



Gambar 4. 16 pH-4502C

Penggunaan sensor pH dalam sistem hidroponik sangat penting untuk memantau dan mengendalikan tingkat keasaman atau kebasaan larutan nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman hidroponik. Penggunaan sensor pH dalam hidroponik memungkinkan pengendalian pH yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman hidroponik. Sistem hidroponik yang menggunakan sensor pH dapat memantau pH larutan nutrisi secara kontinu dan mengendalikan pH yang sesuai dengan set point yang telah ditentukan. Hal ini sangat penting karena pH yang tidak sesuai dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman hidroponik dan kualitas hasil yang dihasilkan. Pengukuran dan pengendalian nilai pH menggunakan sensor pH. Sensor pH masuk ke dalam kelompok sensor kimia, karena mampu mengubah besaran kimia menjadi besaran

listrik. Komponen sensor terdiri atas elektroda pengukuran, elektroda referensi, serta transmitter. Elektroda pengukuran sensitif terhadap ion hydrogen dan menjadi kutub positif. Sedangkan elektroda referensi menjadi kutub negatif. Beda tegangan antar kedua kutub akan menghasilkan nilai pH sebuah larutan[15].

Untuk pembacaan pH air menggunakan pH-4502C Sensor yang memiliki berbagai spesifikasi seperti pada Tabel 4.3

Tabel 4.3 Spesifikasi pH-4502C

Spesifikasi	Sensor pH
Waktu Respon (s)	≤5
Suhu Kerja ©	-10 sampai 50
Konsumsi daya	0,5 watt
Rentang Pengukuran	pH 0-14
Ukuran PCB	42 x 32
Dimensi	13 × 8 × 3 cm
Berat	20 gram

4.2.2.4 Sensor Suhu



Gambar 4. 17 DS18B20

Suhu/*temperature* sensor dalam hidroponik digunakan untuk mengukur dan mengendalikan suhu air yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman hidroponik. Suhu air yang sesuai sangat penting untuk pertumbuhan tanaman hidroponik karena suhu yang tidak sesuai dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas hasil. Penggunaan suhu/*temperature* sensor dalam hidroponik memungkinkan pengendalian suhu yang lebih efektif dan efisien. Sistem hidroponik yang menggunakan suhu/*temperature* sensor dapat memantau suhu air secara kontinu dan mengendalikan suhu yang sesuai dengan kriteria yang telah ditentukan. Hal ini sangat penting karena suhu yang tidak sesuai dapat mempengaruhi pertumbuhan dan kualitas hasil tanaman hidroponik. Suhu juga sangat mempengaruhi proses kimiawi dalam

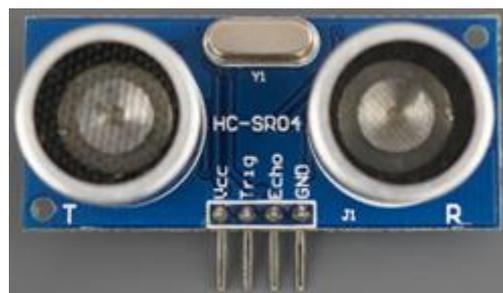
tubuh sayuran, proses yang melibatkan peran enzim, garam, dan membran sel dapat terjadi secara optimal pada suhu ideal. Pada suhu diatas atau dibawah ideal maka proses kimawi dapat berlangsung lambat atau bahkan berhenti[16].

Untuk pembacaan suhu air menggunakan DS18B20 sensor yang memiliki berbagai spesifikasi seperti pada Tabel 4.4

Tabel 4.4 Spesifikasi DS18B20

Spesifikasi	Sensor Suhu (DS18B20)
Tegangan Operasi (V)	3.0 ~ 5.5
Material	Plastik ABS
Suhu Operasi ©	- 55 sampai 125
Panjang Kabel (cm)	100
Berat	0.028 kg
Dimensi	11 × 8 × 1 cm

4.2.2.5 Sensor Tingkat Air



Gambar 4. 18 HC-SR04

Sensor ultrasonik dalam hidroponik digunakan untuk mengukur ketinggian air dihidroponik. Sensor ini berfungsi dengan cara mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dalam bentuk gelombang suara ultrasonik yang kemudian dipantulkan oleh objek dan diterima oleh sensor. Dalam hidroponik, sensor ultrasonik digunakan untuk mengukur ketinggian air dengan akurasi yang tinggi. Sensor ultrasonik dalam hidroponik memiliki beberapa kelebihan, seperti dapat digunakan untuk mengukur ketinggian air secara kontinu dan *real-time*. Hal ini sangat penting dalam hidroponik karena dapat membantu dalam mengendalikan dan memantau tingkat ketinggian air dihidroponik yang sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Untuk pembacaan tingkat air menggunakan HC-SR04 sensor yang memiliki berbagai spesifikasi seperti pada Tabel 4.5

Tabel 4.5 Spesifikasi HC-SR04

Spesifikasi	Sensor Ultrasonik (HC-SR04)
Tegangan Operasi (VDC)	5
Rata-rata Konsumsi Arus (mA)	2
Frekuensi (Hz)	40000
Jarak Maksimum Deteksi (cm)	450
Berat (g)	9
Dimensi	5 × 4 × 3 cm

4.2.2.6 Relay



Gambar 4. 19 Relay 4 Channel

Relay 4 Channel dalam hidroponik adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengontrol dan menggerakkan *output* seperti pompa, motor DC, dan olenoid valve secara otomatis. Relay ini berfungsi sebagai penghubung antara input sinyal digital dari mikrokontroler dengan output yang dapat menggerakkan peralatan hidroponik seperti pompa, motor DC, dan olenoid valve. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol peralatan hidroponik secara otomatis dan *real-time*.

Untuk memungkinkan pengguna untuk mengontrol peralatan hidroponik secara otomatis dan *real-time* relay memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Spesifikasi Relay 4 Channel

Spesifikasi	Relay 4 Channel
Tegangan Operasi (VDC)	5
Tegangan Pemicu (VDC)	5
Tegangan Pemutus (VAC)	<u>10A</u>
Tegangan Pemutus (VDC)	<u>10A</u>
Berat (g)	108

Dimensi	14 × 5,8 × 1,8 cm
---------	-------------------

4.2.2.7 *Adaptor Power Supply*



Gambar 4. 20 *Adaptor Power Supply*

Adaptor Power Supply 12v 10A adalah perangkat keras yang mengubah arus listrik dari sumber AC (*Alternating Current*) menjadi DC (*Dirrect Current*) yang stabil dengan tegangan 12v dan arus hingga 10A. Dalam sistem ini *adaptor power supply* berperan untuk relay yaitu menyediakan tegangan yang stabil dan arus yang cukup untuk mengoperasikan koil relay.

Untuk memenuhi kebutuhan tegangan yang stabil dan arus yang cukup untuk mengoprasikan relay *Adaptor Power Supply* memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 4.7

Tabel 4.7 Spesifikasi *Adaptor Power Supply*

Spesifikasi	<i>Adaptor Power Supply</i>
Tegangan Operasi (VDC)	12V
Arus Maksimum (A)	10A
Daya Output Maksimum (Watt)	<u>120W</u>
Tegangan Pemutus (VDC)	<u>10A</u>
Berat (g)	350
Dimensi (PxLxT)	20 × 10 × 5 cm

4.2.2.8 Peltier



Gambar 4. 21 Peltier

Dalam sistem ini peltier yang digunakan dalam sistem hidroponik ini berfungsi untuk mendinginkan suhu yang ada di hidroponik, peltier akan dihubungkan ke relay, hal ini memungkinkan pengendalian pompa secara elektrik. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang dapat diaktifkan atau dinonaktifkan oleh sinyal dari Lynx32 pada saat parameter yang telah ditentukan berada diluar kriteria yang telah ditentukan.

4.2.2.9 *Peristaltic Pump*



Gambar 4. 22 *Peristaltic Pump*

Peristaltic pump berperan sebagai perangkat pemompa untuk nutrisi A&B, pH *up*, dan pH *down*. Pompa ini akan diintegrasikan dengan relay, memungkinkan pengontrolan otomatis oleh Lynx32. Ketika Lynx32 menerima sinyal dari sensor yang menunjukkan bahwa nilai parameter telah melampaui ambang batas yang telah ditetapkan, relay akan diaktifkan untuk menghidupkan pompa. Selanjutnya, saat Lynx32 mendeteksi bahwa parameter telah kembali masuk ke dalam rentang yang ditentukan, relay akan dimatikan untuk menghentikan aliran nutrisi.

4.2.2.10 Analog Isolator



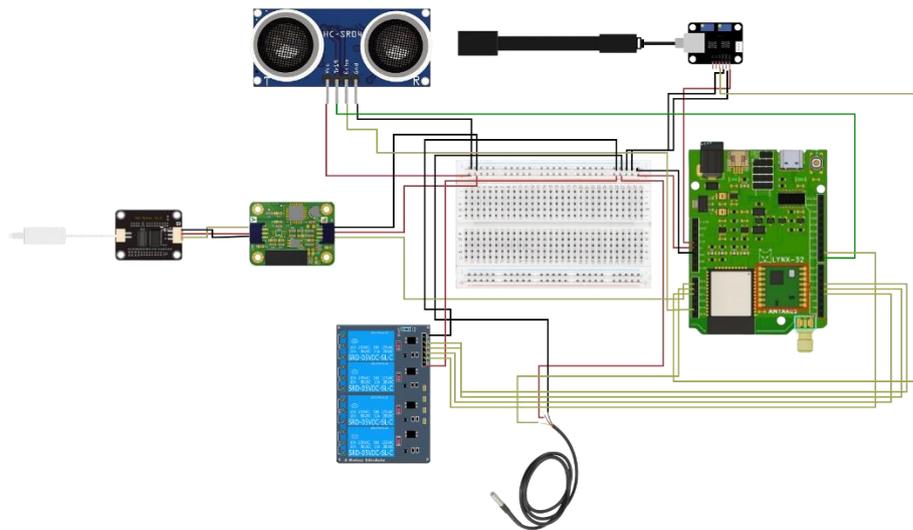
Gambar 4. 23 Analog Isolator

Analog Isolator ini diperlukan untuk memastikan kehandalan operasi sebuah sensor. Beberapa sensor, seperti sensor pH dan sensor TDS akan mengganggu satu sama lain dan tidak akan melakukan pengukuran dengan baik jika ditempatkan pada lingkungan yang sama dan tersambung pada catu daya (*power supply*) yang sama. Analog isolator pada rangkaian AWNDES berperan untuk mencegah gangguan yang bersifat elektrik (*electrical interface*) dan memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 4.8

Tabel 4.8 Spesifikasi Analog Isolator

Spesifikasi	Analog Isolator (RDD-AFE-002)
Tegangan Operasi (VDC)	4.5-5
Rata-rata Konsumsi Arus (mA)	100 mA
Dimensi P x L (mm)	32x42

4.2.3 Skematik Alat



Gambar 4. 24 Skematik Alat AWNDES

Gambar 4.24 merupakan skematik alat *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic* yang mengintegrasikan semua sensor (TDS & EC, pH, suhu, dan ketinggian air), serta relay 4 channel dengan Lynx32 yang sudah disesuaikan pada pin-pin tertentu. Relay TDS (Channel 1) terhubung ke pin 26, relay suhu (Channel 2) terhubung ke pin 14, relay pH Up (Channel 3) terhubung ke pin 12, dan relay pH Down (Channel 4) terhubung ke pin 13. Sensor pH terhubung ke pin 34, sensor TDS & Analog Isolator terhubung ke pin 32, sensor suhu terhubung ke pin 33, trig pin ultrasonik terhubung ke pin 25, dan echo pin ultrasonik terhubung ke pin 36 pada Lynx32.

4.3 Prosedur Pengoperasian

4.3.1 Cara Kerja AWNDES

Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic dilengkapi dengan kemampuan untuk mengakses aplikasi yang mengintegrasikan teknologi sensor dan konektivitas internet untuk memantau dan mengatur kondisi lingkungan di dalam sistem hidroponik. Melalui pemasangan sensor-sensor yang sensitif seperti sensor suhu, pH, TDS, EC, dan tingkat ketinggian air, sistem ini secara terus-menerus mengumpulkan data tentang parameter kualitas air yang krusial bagi pertumbuhan tanaman di hidroponik. Data-data tersebut dikirimkan ke server atau *cloud* untuk analisis, memungkinkan pemilik untuk memantau kondisi air secara *real-time* melalui aplikasi. Dengan kemampuan kontrol otomatis, sistem dapat segera merespons perubahan kondisi air, seperti dengan mengaktifkan sistem pengontrol untuk menormalkan parameter yang abnormal. Pemberitahuan kondisi juga

diprogram untuk memberikan peringatan di aplikasi jika terjadi masalah atau kondisi yang abnormal.

4.3.2 Prosedur Pengoperasian AWNDES

Berikut adalah prosedur pengoperasian alat dari *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic*:

1. Pastikan tempat pemasangan alat berada di tempat yang terbuka dan terdapat layanan WiFi.
2. Pastikan *device* yang digunakan telah menginstal aplikasi dan terhubung dengan internet.
3. Masukkan sensor TDS, EC, pH dan Suhu ke dalam penampungan hidroponik dan tempatkan sensor level dibagian atas penampungan hidroponik dengan posisi trigger dan echo pin menghadap ke bawah.
4. Lalu tempelkan peltier diatas permukaan penampungan air, masukan selang masukan pompa peristaltik ke wadah nutrisi dan wadah pH *up & down*, lalu masukan selang keluaran pompa air ke dalam wadah penampungan air.
5. Sambungkan semua komponen pada AWNDES ke daya listrik.
6. Setelah itu buka aplikasi AWNDES untuk memonitoring kondisi air.

4.3.3 Rekaman Sistem Otomatisasi AWNDES

Berikut adalah rekaman dari sistem Otomatisasi AWNDES dapat dilihat dalam link berikut : https://drive.google.com/drive/folders/1-2hCFH_IDKucicxH8h-EmHv7zYXuLw2g

BAB 5

PENGUJIAN DAN KESIMPULAN

5.1 Skenario Umum Pengujian

5.1.1 Tujuan Pengujian

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memverifikasi kinerja dan sinkronisasi dari *Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic*. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya alam seperti air dan nutrisi, serta mendukung pertanian berkelanjutan dengan memanfaatkan teknologi (*Internet of Things*) IoT untuk pemantauan otomatis tanaman hidroponik[17]. Masalah yang dihadapi adalah keterbatasan pemantauan manual yang memakan waktu dan biaya tinggi[18]. Solusi yang diharapkan adalah sistem otomatis yang dapat memantau kondisi tanaman secara *real-time* dan memberikan otomatisasi ketika parameter penting seperti nutrisi, pH, dan suhu berada di luar batas yang ditentukan.

5.1.2 Daftar Pengujian

Pada Tabel 5.1 mencakup langkah-langkah implementasi sistem otomatis dan verifikasi hasil pengukuran dengan alat konvensional, untuk memastikan bahwa data yang dihasilkan akurat dan dapat diandalkan. Dengan adanya otomasi dan aplikasi digital, diharapkan pengelolaan sistem hidroponik menjadi lebih efisien, dan akurat.

Tabel 5. 1 Daftar Pengujian AWNDES

No	Jenis Pengujian	Parameter	Metode	Prosedur
1	Otomatisasi	Pengisian nutrisi tanaman hidroponik	Dibandingkan dengan pemantauan manual	Implementasi sistem dan verifikasi data digital yang ditampilkan
2	Aplikasi	Penerimaan data	Pengukuran dengan <i>Quality of Service</i> (QoS)	Mengukur QoS untuk memastikan kinerja aplikasi dalam menerima data
		Kepuasan pengguna	<i>User Acceptance Test</i> (UAT)	Memberikan kuesioner kepada orang yang sudah menggunakan aplikasi AWNDES
3	Nutrisi Tanaman	Kadar nutrisi air	Total Dissolved Sensor (TDS)	Pemantauan kadar nutrisi yang dibandingkan dengan alat manual dan verifikasi dengan aplikasi.

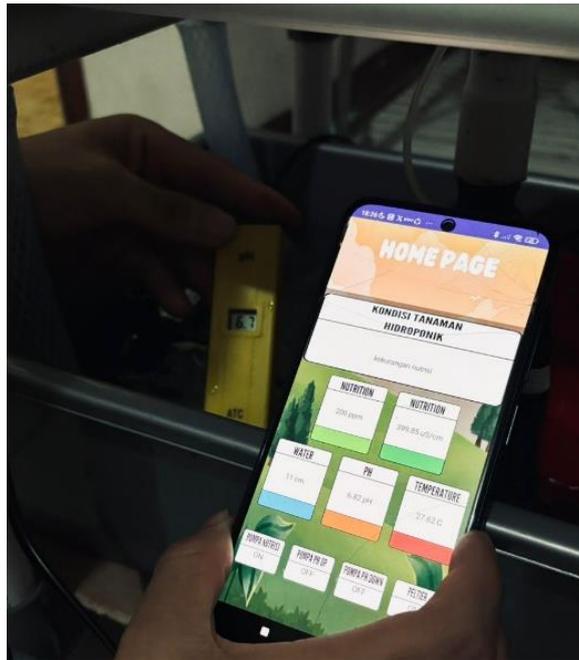
			Electrical Conductivity (EC)	Pemantauan kadar nutrisi yang dibandingkan dengan alat manual dan verifikasi dengan aplikasi.
4	pH Air	pH air	Sensor pH	Pemantauan berkala untuk akurasi deteksi pH air dan pengukuran perbandingan dengan alat manual.
5	Ketinggian Air	Ketinggian air	Ultrasonic sensor	Pengurangan & Penambahan air di baki tanaman hidroponik untuk verifikasi kekurangan air.
6	Suhu Air	Suhu air	Temperature sensor	Verifikasi berkala dengan alat pengukur suhu konvensional .

5.2 Detil Pengujian

Berikut adalah uraian detil dari pengujian perangkat IoT pada setiap sensor dan otomatisasi serta pengujian aplikasi yang bertujuan untuk memastikan seluruh sistem telah terintegrasi dan berfungsi dengan baik supaya dapat memonitoring dan otomatisasi nutrisi untuk tanaman hidroponik.

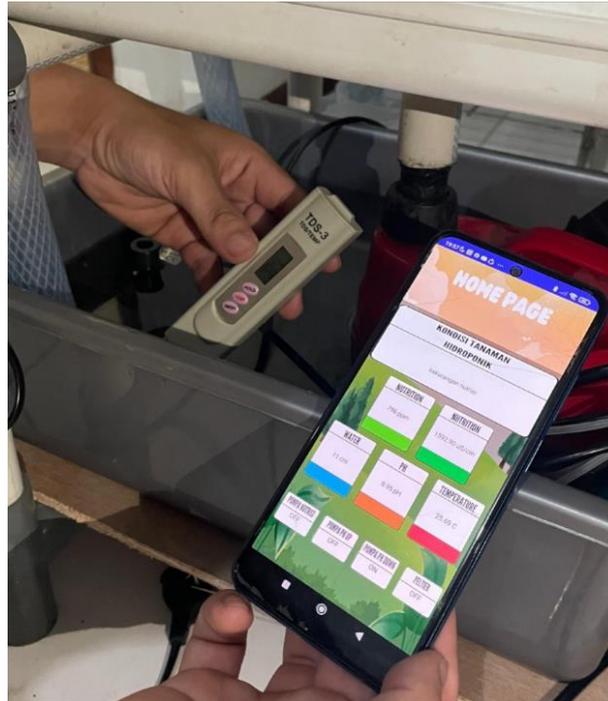
5.2.1 Detil Pengujian Perangkat AWNDES

Pengujian perangkat IoT melibatkan kumpulan sensor dan *controller* yang sudah diintegrasikan dengan Lynx 32. Sensor yang digunakan meliputi sensor pH-4502C untuk mengukur tingkat pH, sensor analog TDS & EC DFRobot untuk mengukur tingkat partikel (ppm) & mengukur konduktivitas listrik dalam larutan (mS/cm), sensor suhu ds18b20 untuk mengukur suhu air (C), sensor ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur ketinggian air di baki hidroponik (cm). *Controller* yang digunakan adalah relay 4 channel yang diintegrasikan dengan 1 adaptor Power Supply yang berperan untuk relay yaitu menyediakan tegangan yang stabil dan arus yang cukup untuk mengoperasikan koil relay dan 3 pompa peristaltik yang masing-masing mempunyai tugas yang berbeda diantaranya adalah pompa pH *down*, pompa pH *up*, dan pompa nutrisi (TDS&EC). Status display monitoring dan otomatisasi dapat dilihat melalui aplikasi AWNDES untuk menampilkan data yang diperoleh dari ke (lima) sensor, mengetahui kondisi 3 pompa peristaltik dan 1 peltier (pendingin suhu air).



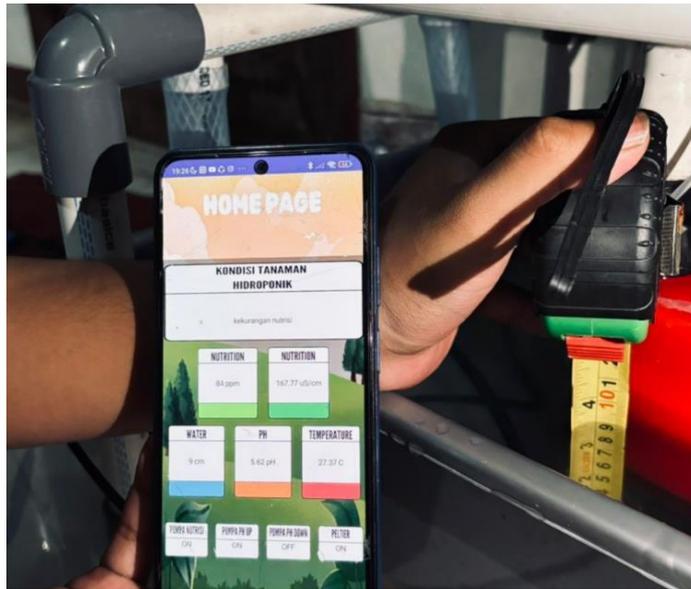
Gambar 5.1 Pengujian Perbandingan pH

Gambar 5.1 menggambarkan proses pengujian sensor pH-4502C yang dilaksanakan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor pH dengan pH meter konvensional. Dalam pengujian ini, digunakan buffer yang terdiri dari air akuadest yang telah dicampur dengan larutan pH standar, yakni pH 4, pH 7, dan pH 9. Prosedur pengujian melibatkan pencelupan sensor pH-4502C ke dalam setiap larutan buffer untuk memperoleh pembacaan yang dihasilkan oleh sensor tersebut. Selanjutnya, hasil pembacaan dari sensor pH-4502C ini dibandingkan dengan pembacaan yang diperoleh dari pH meter konvensional, yang telah diakui keakuratannya. Analisis dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan kesesuaian antara kedua alat ukur tersebut, dan untuk mengevaluasi akurasi serta konsistensi sensor pH dalam berbagai kondisi pH.



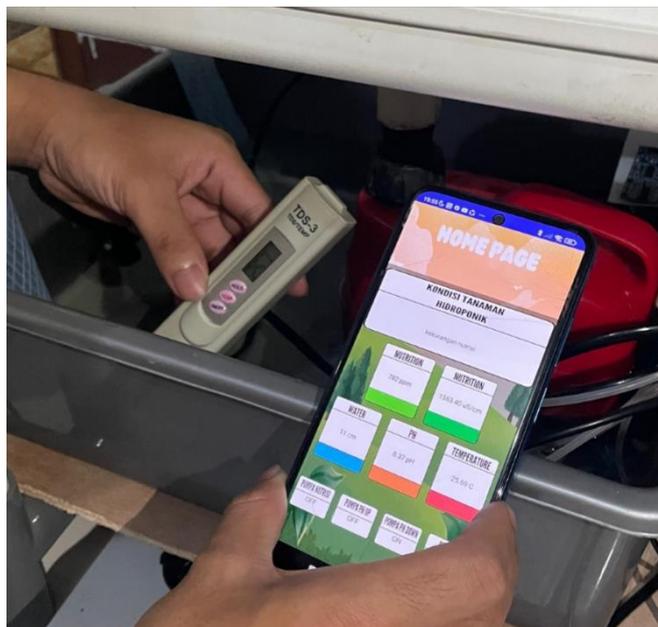
Gambar 5.2 Pengujian Perbandingan Nutrisi

Gambar 5.2 Pengujian DFRobot Analog TDS & EC Sensor untuk pembacaan nutrisi air dilakukan dengan cara membandingkan hasil pembacaan yang diperoleh dari sensor dengan hasil pengukuran yang didapatkan menggunakan TDS meter konvensional. Dalam pengujian ini, berbagai sampel air yang digunakan adalah air dari Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang telah tercampur carinan nutrisi. Pengukuran dilakukan secara berulang untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil yang diperoleh dari kedua alat tersebut. Perbandingan ini bertujuan untuk menilai keandalan sensor DFRobot Analog TDS & EC dalam kondisi operasional yang sebenarnya, sehingga dapat diandalkan dalam sistem hidroponik otomatis.



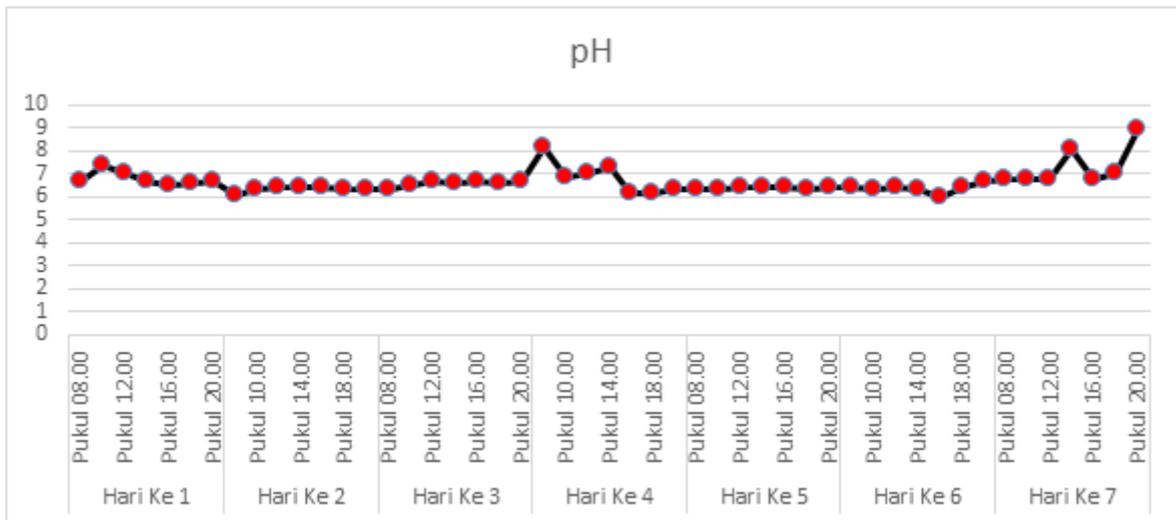
Gambar 5.3 Pengujian Perbandingan Ketinggian Air

Gambar 5.3 menggambarkan proses pengujian sensor ultrasonik HC-SR04 yang dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor ultrasonik HC-SR04 dengan roll meter. Prosedur pengujian diukur dari alas baki air hidroponik hingga tinggi air di baki hidroponik. Selanjutnya pembacaan yang di dapat oleh sensor ultrasonik ini di bandingkan dengan roll meter yang telah diakui ke akuratanya. Analisis dilakukan secara menyeluruh untuk memastikan kesesuaian antara kedua alat ukur tersebut, dan untuk mengevaluasi akurasi serta konsistensi sensor ultrasonik dalam berbagai kondisi ketinggian air.

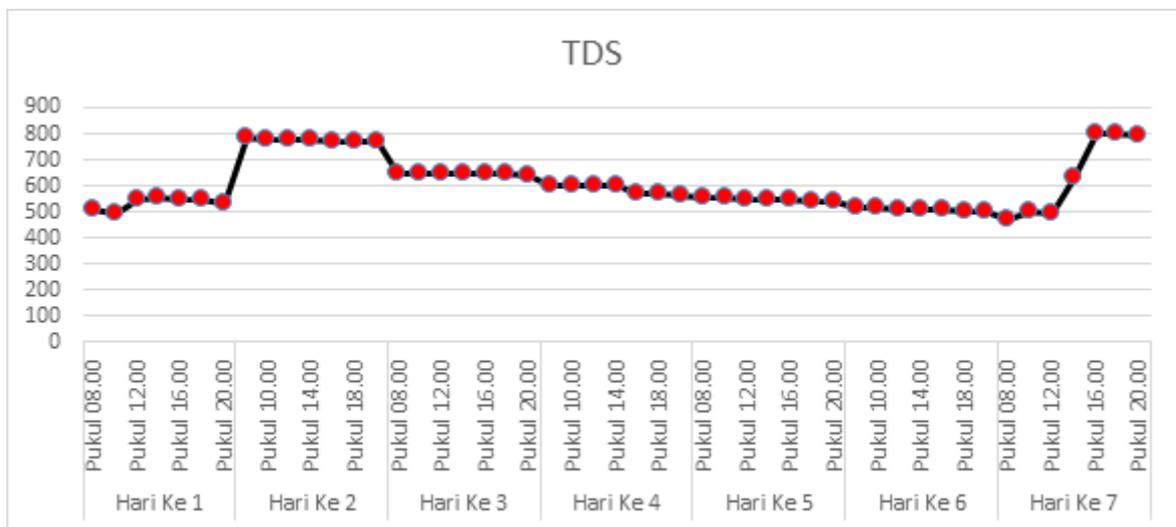


Gambar 5.4 Pengujian Perbandingan Suhu Air

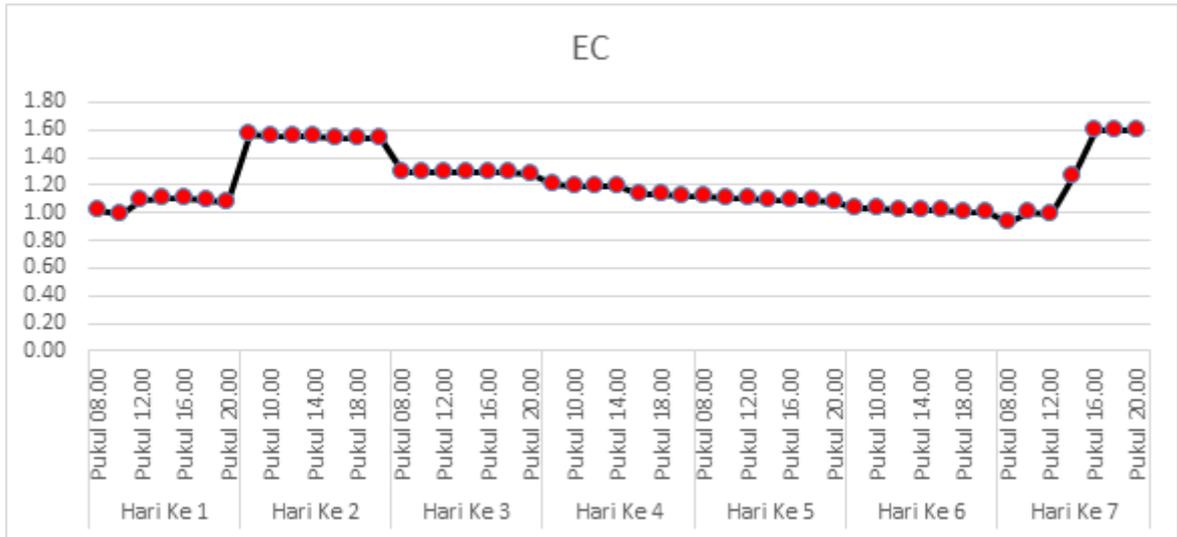
Gambar 5.4 menggambarkan proses pengujian sensor suhu yang dilaksanakan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor suhu dengan temperatur meter. Dalam pengujian ini, berbagai sampel air yang digunakan adalah air dari PDAM dan air dingin dari kulkas. Pengukuran dilakukan secara berulang untuk memastikan konsistensi dan akurasi hasil yang diperoleh dari kedua alat tersebut. Perbandingan ini bertujuan untuk menilai keandalan sensor suhu dalam kondisi operasional yang sebenarnya, sehingga dapat diandalkan dalam sistem hidroponik otomatis.



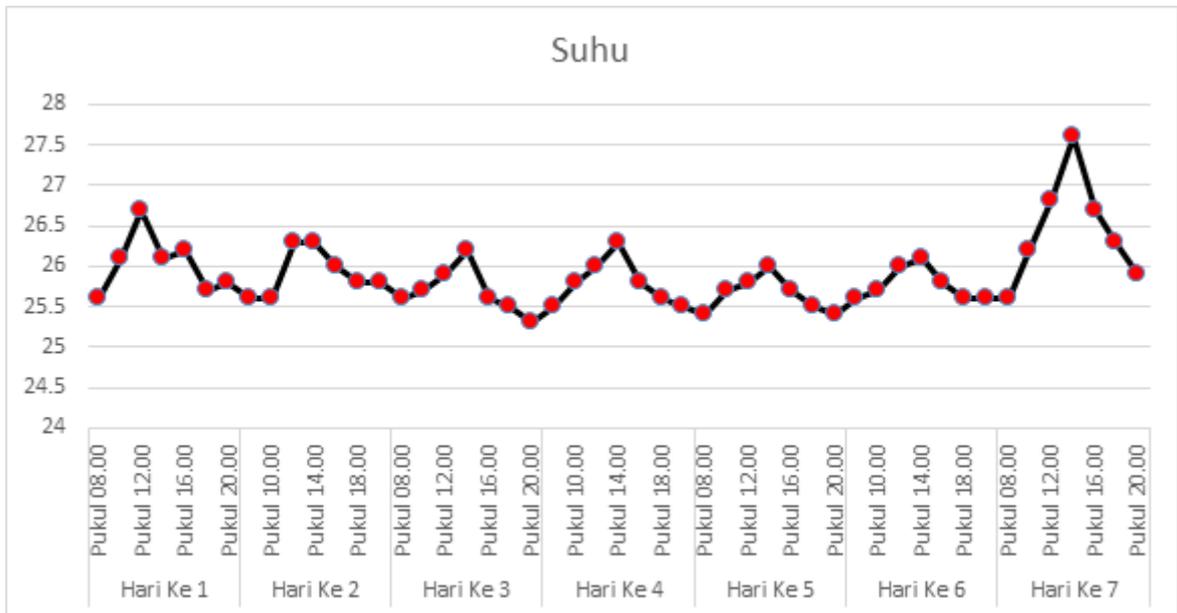
Gambar 5.5 Grafik Pengujian pH



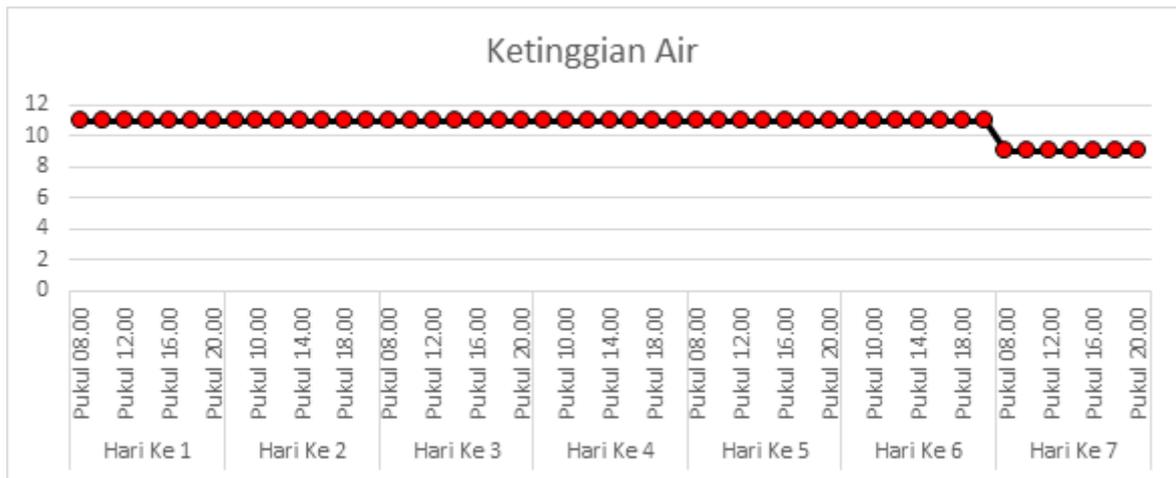
Gambar 5.6 Grafik Pengujian TDS



Gambar 5.7 Grafik Pengujian EC



Gambar 5.8 Grafik Pengujian Suhu Air



Gambar 5.9 Grafik Pengujian Ketinggian air

Pengujian pada Gambar 5.5 – 5.9 dilakukan selama 1(satu) minggu pengujian dilakukan dalam interval waktu 12 jam dari pukul 08.00 pagi 20.00 malam setiap hari yang diletakan di ruangan terbuka (*outdoor*) perangkat IoT tetap dinyalakan selama berapa jam untuk memonitoring setiap perubahan. Selama masa pengujian, terjadi dimana kualitas air berada pada nilai abnormal sehingga *controller* otomatisasi pun menyala untuk melakukan penstabilan parameter tertentu dan hasilnya dapat menyesuaikan kondisi air yang telah ditentukan untuk tanaman hidroponik.

5.2.2 Detil Pengujian Aplikasi Menggunakan Metode *Quality of Service* (QoS)

Pengujian parameter QoS, yakni *Delay* dan *throughput* menggunakan *software* WireShark dengan cara menghubungkan lynx32 dengan hotspot dari laptop yang sama dengan laptop yang menjalankan *software* WireShark. Tangkapan paket dimulai dengan menjalankan aplikasi AWNDES selama 5 menit. Data yang dihasilkan dianalisis dalam *software* Microsoft Excel lalu dihitung menggunakan rumus perhitungan *Delay* dan *Throughput*.

$$\text{Rumus perhitungan } \textit{Throughput}: \textit{Throughput} = \frac{\textit{Total Data Transferred}}{\textit{Total Time Taken}}$$

$$\text{Rumus perhitungan } \textit{Delay}: \textit{Delay} = \frac{\textit{Total delay}}{\textit{Jumlah data}}$$

Tabel 5. 2 Kategori *Delay* Dengan Standar ITU-T G.1010

Kategori <i>Delay</i>	<i>Delay</i>
Sangat bagus	<150 ms
Bagus	150 ms – 300 ms
Jelek	300 ms – 450 ms
Sangat Jelek	>450 ms

5.2.3 Detil Pengujian Aplikasi Menggunakan Metode *User Acceptance Test* (UAT)

Sesuai dengan rancangan aplikasi AWNDES ada lima kategori utama yang diuji, yang mencakup aspek kegunaan (*usability*), keandalan (*reliability*), kinerja (*performance*), kepuasan pengguna (*user satisfaction*), dan antarmuka pengguna (*user interface*). Berikut ini adalah penjelasan tentang aspek-aspek pengujian yang diberikan kepada pengguna:

1. Kegunaan (*usability*):

Pertanyaan dalam kategori ini menyoroti kemudahan navigasi dan efektivitas aplikasi dalam membantu pengguna memantau keadaan hidroponik secara tepat.

2. Keandalan (*reliability*):

Aspek ini mencakup keandalan aplikasi serta kinerja fitur monitoring secara *real-time* dan berfungsi tanpa gangguan atau *error*.

3. Kinerja (*performance*):

Kategori ini mencakup seberapa cepat aplikasi dalam memuat data secara *real-time* dan stabilitas kinerja saat mengolah data.

4. Kepuasan pengguna (*user satisfaction*):

Pertanyaan dalam kategori ini berfokus pada kepuasan pengguna terhadap fitur monitoring dan apakah aplikasi AWNDES telah memenuhi kebutuhan pengguna dalam memonitor kualitas air dalam hidroponik.

5. Antarmuka pengguna (*user interface*):

Aspek ini mencakup keindahan desain dan kemudahan dalam membaca informasi yang ditampilkan oleh aplikasi.

Setiap pertanyaan dari aspek diberikan dengan skala 5 hingga 1 yang dikategorikan seperti pada Tabel 5.4

Tabel 5.3 Skala Kategori UAT

Skala	Kategori
5	Sangat Setuju
4	Setuju
3	Netral
2	Tidak Setuju
1	Sangat Tidak Setuju

Pada Tabel 5.5 menyajikan pertanyaan dalam kuesioner survei pengujian aplikasi AWNDES yang diberikan kepada responden yang mencakup 5 aspek.

Tabel 5.4 Pengujian Pertanyaan Metode UAT

Aspek	Pertanyaan
Kegunaan (<i>usability</i>)	1. Apakah Anda merasa navigasi aplikasi AWNDES mudah?
	2. Apakah antarmuka pengguna aplikasi AWNDES mudah dimengerti dan digunakan?
Keandalan (<i>reliability</i>)	3. Apakah aplikasi AWNDES berjalan dengan stabil tanpa sering mengalami <i>crash</i> atau <i>error</i> ?
	4. Apakah fitur <i>real-time</i> monitoring berjalan lancar tanpa adanya <i>error</i> ?
Kinerja (<i>performance</i>)	1. Apakah aplikasi AWNDES cepat dalam memproses dan menampilkan data <i>real-time</i> ?
	2. Apakah aplikasi ini jarang mengalami penurunan kinerja saat memproses kebutuhan Anda?
Kepuasan pengguna (<i>user satisfaction</i>)	1. Apakah Anda puas dengan fitur monitoring di aplikasi AWNDES?
	2. Apakah aplikasi AWNDES memenuhi kebutuhan Anda dalam memonitoring keadaan hidroponik?
Antarmuka pengguna (<i>user interface</i>)	1. Apakah desain antarmuka aplikasi AWNDES menarik dan nyaman dipandang?

Kriteria responden yang terlibat adalah responden yang harus sudah menggunakan aplikasi AWNDES serta minimal memiliki 30 responden.

5.3 Analisis Hasil Pengujian

5.3.1 Analisis Hasil Pengujian Perangkat AWNDES

Solusi yang diterapkan menggunakan mikrokontroler Lynx32 untuk mengendalikan dan memantau kondisi lingkungan hidroponik telah terbukti berhasil. Sistem otomatis ini mampu menyesuaikan kondisi air dengan tepat berdasarkan parameter yang terukur seperti suhu, pH, dan tingkat nutrisi. Keberhasilan ini didukung oleh data yang menunjukkan bahwa kondisi lingkungan hidroponik dapat dipertahankan dalam batas optimal seperti pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7.

Tabel 5.5 hasil pengujian dari sistem otomatisasi AWNDES

No	Hari	Jam	MONITORING					AUTOMATISASI			
			pH	TDS	EC	Suhu	Ketinggian Air	pH up	pH down	Nutrisi	Peltier
1	Hari Ke 1	Pukul 06.00	6.56	722	1.44	24.94	9	Off	Off	Off	Off
2		Pukul 07.00	6.67	730	1.46	24.94	9	Off	Off	Off	Off
3		Pukul 08.00	6.42	730	1.46	24.87	9	Off	Off	Off	Off
4		Pukul 09.00	6.67	718	1.43	24.87	8	Off	Off	Off	Off
5		Pukul 10.00	6.72	716	1.43	24.87	8	Off	Off	Off	Off
6		Pukul 11.00	6.73	715	1.42	24.87	8	Off	Off	Off	Off
7		Pukul 11.30	7.24	727	1.45	25.88	9	Off	ON	Off	Off
8		Pukul 11.31	7.10	731	1.46	25.88	9	Off	ON	Off	Off
9		Pukul 11.32	7.09	730	1.46	25.88	9	Off	ON	Off	Off
10		Pukul 11.33	6.84	731	1.46	25.88	9	Off	Off	Off	Off
11		Pukul 12.00	6.80	735	1.47	26.06	9	Off	Off	Off	Off
12		Pukul 12.25	7.20	731	1.46	26.00	9	Off	ON	Off	Off
13		Pukul 12.26	7.01	730	1.46	26.00	9	Off	ON	Off	Off
14		Pukul 12.27	6.87	730	1.46	26.19	9	Off	Off	Off	Off

15	Pukul 13.00	6.58	722	1.44	26.87	9	Off	Off	Off	Off
16	Pukul 13.03	6.64	750	1.50	27.06	8	Off	Off	Off	ON
17	Pukul 13.04	6.70	722	1.44	27.56	8	Off	Off	Off	ON
18	Pukul 13.09	7.22	704	1.40	27.44	8	Off	ON	Off	ON
19	Pukul 13.14	6.90	703	1.40	27.37	8	Off	Off	Off	ON
20	Pukul 13.22	6.90	726	1.45	27.00	8	Off	Off	Off	Off
21	Pukul 14.00	6.82	717	1.43	26.25	8	Off	Off	Off	Off
22	Pukul 15.00	6.81	717	1.43	25.44	8	Off	Off	Off	Off
23	Pukul 16.00	6.85	718	1.43	25.06	8	Off	Off	Off	Off
24	Pukul 16.22	7.08	729	1.45	24.94	8	Off	ON	Off	Off
25	Pukul 16.23	7.07	735	1.47	24.94	8	Off	ON	Off	Off
26	Pukul 16.24	7.01	733	1.46	24.94	8	Off	ON	Off	Off
27	Pukul 16.25	6.90	722	1.44	24.94	8	Off	Off	Off	Off
28	Pukul 17.00	6.92	724	1.44	24.75	8	Off	Off	Off	Off
29	Pukul 17.58	7.33	705	1.41	24.63	8	Off	ON	Off	Off
30	Pukul 18.01	7.20	705	1.41	24.63	8	Off	ON	Off	Off
31	Pukul 18.02	7.13	702	1.40	24.63	8	Off	ON	Off	Off
32	Pukul 18.04	7.01	704	1.40	24.63	8	Off	ON	Off	Off
33	Pukul 18.05	6.90	723	1.44	24.63	8	Off	Off	Off	Off
34	Pukul 19.00	6.72	719	1.43	24.63	8	Off	Off	Off	Off
35	Pukul 20.00	6.84	722	1.44	24.63	8	Off	Off	Off	Off
36	Pukul 20.49	7.15	732	1.46	24.63	8	Off	ON	Off	Off
37	Pukul 20.50	7.08	701	1.40	24.56	8	Off	ON	Off	Off
38	Pukul 20.52	6.84	704	1.40	24.63	8	Off	Off	Off	Off

39		Pukul 21.00	6.86	704	1.40	24.63	8	Off	Off	Off	Off
40		Pukul 22.00	6.82	713	1.42	24.63	8	Off	Off	Off	Off
41		Pukul 23.00	6.84	727	1.45	24.69	8	Off	Off	Off	Off
42	Hari Ke 2	Pukul 00.00	6.78	725	1.45	24.69	8	Off	Off	Off	Off
43		Pukul 01.00	6.84	717	1.43	24.75	8	Off	Off	Off	Off
44		Pukul 02.00	6.78	726	1.45	24.75	8	Off	Off	Off	Off
45		Pukul 03.00	6.76	738	1.46	24.75	8	Off	Off	Off	Off
46		Pukul 04.00	6.70	727	1.45	24.69	7	Off	Off	Off	Off
47		Pukul 05.00	6.73	728	1.45	24.69	7	Off	Off	Off	Off
48		Pukul 06.00	6.76	731	1.46	24.69	8	Off	Off	Off	Off

Pada Tabel 5.6 merupakan hasil pengujian dari sistem otomatisasi AWNDES yang dilakukan selama 24 jam dimulai dari pukul 06.00 pada hari ke 1 dan diakhiri pada pukul 06.00 pada hari ke 2. Pada hari ke 1 dari pukul 06.00 sampai dengan pukul 11.00 semua parameter menunjukkan kondisi yang baik, pada pukul 11.30 nilai pH berada di 7.24 yang dimana menunjukkan kategori yang tidak normal, maka pompa pH down menyala dari pukul 11.30 sampai dengan pukul 11.33 dengan nilai pH yang berhasil sistem otomatisasi turunkan selama 3 menit menjadi 6.84 pH. Pada pukul 12.25 nilai pH kembali naik menjadi 7.20, lalu sistem otomatisasi menyalakan pompa pH down dari pukul 12.25 sampai dengan pukul 12.27 yang menunjukkan sistem otomatisasi berhasil menurunkan nilai pH selama 2 menit dengan nilai 6.87 pH. Pada pukul 13.03 suhu yang dibaca oleh sensor suhu menunjukkan suhu air berada di 27.06 C dan sistem otomatisasi menyalakan peltier untuk menurunkan suhu air, pada pukul 13.09 nilai pH air meningkat di 7.22 pH dan sistem otomatisasi menyalakan pompa pH down bersamaan dengan peltier yang masih menyala karena suhu yang dibaca berada di 27.44 C, lalu pada pukul 13.14 pH berhasil diturunkan dengan waktu pompa pH down menyala selama 5 menit, sedangkan peltier masih menyala karena suhu masih berada di 27.37 C, pada pukul 13.22 sistem otomatisasi berhasil menurunkan suhu air ke 27 C dengan waktu peltier menyala selama 19 menit dan suhu air tertinggi yang dibaca 27.56 C pada pukul 13.04 siang. Pada pukul 16.22 nilai pH air mengalami sedikit kenaikan dengan nilai 7.08 pH dan sistem otomatisasi berhasil mengembalikan nilai pH pada pukul 16.25 dengan lama waktu pompa pH down menyala

selama 3 menit. Pada pukul 17.58 pompa pH down kembali dinyalakan oleh sistem otomatisasi karena nilai berada di 7.33 pH sampai dengan pukul 18.05 pH berhasil diturunkan menjadi 6.90 pH dan pompa pH down menyala selama 7 menit. Pada pukul 20.49 sensor pH membaca 7.15 pH, sistem otomatisasi menyalakan pompa pH down sampai dengan pukul 20.52 karena sudah berhasil mengembalika nilai pH ke kategori normal dan pompa pH down menyala selama 3 menit. Pada pukul 21.00 hari ke 1 sampai dengan pukul 06.00 hari ke 2 sistem otomatisasi tidak menyala dikarenakan semua parameter selama 9 jam berada di kategori yang normal.

Tabel 5.6 Hasil Data Pengujian Perangkat AWNDES

NO	Hari	Jam	MONITORING					AUTOMATISASI			
			pH	TDS	EC	Suhu	Ketinggian Air	pH up	pH down	Nutrisi	Peltier
1	Hari Ke 1	Pukul 08.00	6.7	507	1.01	25.6	11	OFF	OFF	OFF	OFF
2		Pukul 10.00	7.4	494	0.99	26.1	11	OFF	ON	ON	OFF
3		Pukul 12.00	7	545	1.09	26.7	11	OFF	OFF	OFF	OFF
4		Pukul 14.00	6.7	554	1.11	26.1	11	OFF	OFF	OFF	OFF
5		Pukul 16.00	6.5	550	1.10	26.2	11	OFF	OFF	OFF	OFF
6		Pukul 18.00	6.6	547	1.09	25.7	11	OFF	OFF	OFF	OFF
7		Pukul 20.00	6.7	535	1.07	25.8	11	OFF	OFF	OFF	OFF
8	Hari Ke 2	Pukul 08.00	6.1	782	1.56	25.6	11	OFF	OFF	OFF	OFF
9		Pukul 10.00	6.3	779	1.56	25.6	11	OFF	OFF	OFF	OFF
10		Pukul 12.00	6.4	778	1.56	26.3	11	OFF	OFF	OFF	OFF
11		Pukul 14.00	6.4	774	1.55	26.3	11	OFF	OFF	OFF	OFF
12		Pukul 16.00	6.4	770	1.54	26	11	OFF	OFF	OFF	OFF
13		Pukul 18.00	6.3	772	1.54	25.8	11	OFF	OFF	OFF	OFF
14		Pukul 20.00	6.3	773	1.55	25.8	11	OFF	OFF	OFF	OFF
15	Hari Ke 3	Pukul 08.00	6.3	650	1.30	25.6	11	OFF	OFF	OFF	OFF

16		Pukul 10.00	6.5	649	1.30	25.7	11	OFF	OFF	OFF	OFF
17		Pukul 12.00	6.7	647	1.29	25.9	11	OFF	OFF	OFF	OFF
18		Pukul 14.00	6.6	647	1.29	26.2	11	OFF	OFF	OFF	OFF
19		Pukul 16.00	6.7	645	1.29	25.6	11	OFF	OFF	OFF	OFF
20		Pukul 18.00	6.6	643	1.29	25.5	11	OFF	OFF	OFF	OFF
21		Pukul 20.00	6.7	642	1.28	25.3	11	OFF	OFF	OFF	OFF
22	Hari Ke 4	Pukul 08.00	8.2	600	1.20	25.5	11	OFF	ON	OFF	OFF
23		Pukul 10.00	6.9	621	1.24	25.8	11	OFF	OFF	OFF	OFF
24		Pukul 12.00	7	622	1.24	26	11	OFF	OFF	OFF	OFF
25		Pukul 14.00	7.3	622	1.24	26.3	11	OFF	ON	OFF	OFF
26		Pukul 16.00	6.2	650	1.30	25.8	11	OFF	OFF	OFF	OFF
27		Pukul 18.00	6.2	647	1.29	25.6	11	OFF	OFF	OFF	OFF
28		Pukul 20.00	6.3	642	1.28	25.5	11	OFF	OFF	OFF	OFF
29	Hari Ke 5	Pukul 08.00	6.3	557	1.11	25.4	11	OFF	OFF	OFF	OFF
30		Pukul 10.00	6.3	555	1.11	25.7	11	OFF	OFF	OFF	OFF
31		Pukul 12.00	6.4	550	1.10	25.8	11	OFF	OFF	OFF	OFF
32		Pukul 14.00	6.4	547	1.09	26	11	OFF	OFF	OFF	OFF
33		Pukul 16.00	6.4	547	1.09	25.7	11	OFF	OFF	OFF	OFF
34		Pukul 18.00	6.3	543	1.09	25.5	11	OFF	OFF	OFF	OFF
35		Pukul 20.00	6.4	538	1.08	25.4	11	OFF	OFF	OFF	OFF
36	Hari Ke 6	Pukul 08.00	6.4	519	1.04	25.6	11	OFF	OFF	OFF	OFF
37		Pukul 10.00	6.3	515	1.03	25.7	11	OFF	OFF	OFF	OFF
38		Pukul 12.00	6.4	511	1.02	26	11	OFF	OFF	OFF	OFF

39		Pukul 14.00	6.3	508	1.02	26.1	11	OFF	OFF	OFF	OFF
40		Pukul 16.00	6	507	1.01	25.8	11	OFF	OFF	OFF	OFF
41		Pukul 18.00	6.4	502	1.00	25.6	11	OFF	OFF	OFF	OFF
42		Pukul 20.00	6.7	500	1.00	25.6	11	OFF	OFF	OFF	OFF
43	Hari Ke 7	Pukul 08.00	6.8	467	0.93	25.6	9	OFF	OFF	ON	OFF
44		Pukul 10.00	6.8	504	1.01	26.2	9	OFF	OFF	OFF	OFF
45		Pukul 12.00	6.8	495	0.99	26.8	9	OFF	OFF	OFF	OFF
46		Pukul 14.00	8.1	630	1.26	27.6	9	OFF	ON	OFF	ON
47		Pukul 16.00	6.8	798	1.60	26.7	9	OFF	OFF	OFF	OFF
48		Pukul 18.00	7	797	1.59	26.3	9	OFF	OFF	OFF	OFF
49		Pukul 20.00	8.95	796	1.59	25.9	9	OFF	ON	OFF	OFF
Rata-rata			6.66	611.69	1.219	25.90	10.71				

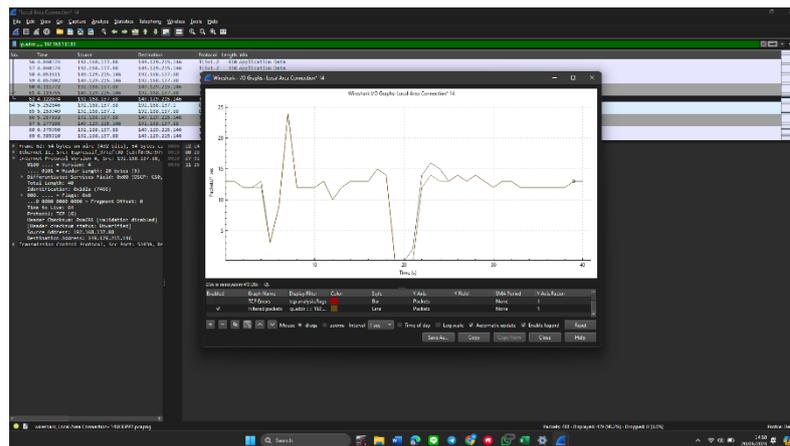
Dari hasil Tabel 5.7 dapat dianalisis bahwa tercatat dihari pertama data yang dicatat pada umumnya baik, kecuali pada pukul 10:00 pH air berada di angka 7,4 dan nutrisi berada di 494 ppm yang dimana batas untuk parameter baik untuk pH di hidroponik yaitu 6-7 dan batas untuk nutrisi adalah 500 ppm berdasarkan kondisi tersebut, maka tindakan yang dilakukan sistem adalah menyalakan pompa pH *down* dan pompa nutrisi untuk menurunkan pH air dan menaikkan nilai nutrisi dalam air. Pada hari ke 2 dan ke 3 data yang tercatat pada umumnya menunjukkan kondisi baik, karena seluruh nilai memenuhi kriteria yang baik untuk pertumbuhan tanaman. Pada hari ke 4 pada pukul 08:00 terdapat lonjakan pH sebesar 8.2 yang membuat pompa pH *down* harus menstabilkan nilai pH dan pada pukul 10:00 pH sudah kembali memenuhi kriteria yang ditentukan yaitu 6-7 pH, pada pukul 14:00 terjadi sedikit lonjakan pH lagi menjadi 7.3 yang membuat pompa pH *down* harus bekerja menstabilkan nilai pH lagi. Pada hari ke 5 dan ke 6 data yang tercatat memenuhi kriteria walaupun pada hari ke 6 nilai nutrisi mendekati batas minimum. Pada hari ke 7 terjadi penurunan kadar nutrisi yang dibaca oleh sensor TDS & EC pada pukul 08:00 namun pompa nutrisi berhasil menaikkan nilai nutrisi lagi dan terjadi kenaikan signifikan terhadap nilai pH pada pukul 14:00 dan 20:00 namun nilai pH pun berhasil

distabilkan kerentang kriteria yang sudah ditentukan, pada pukul 14:00 nilai suhu juga melewati kriteria yang telah ditentukan yaitu berkisar 25-27C maka peltier menyala untuk menurunkan suhu air agar kembali dibawah 27C.

Nilai dari keseluruhan data yang didapat dihitung untuk mendapatkan nilai rata-rata dari setiap parameter. Untuk pH didapatkan nilai rata-rata sebesar 6.66 pH, TDS sebesar 611.69 ppm, EC 1.219 mS/cm, suhu sebesar 25.90 C, dan tinggi air 10.71 cm, semua rata-rata nilai yang dihasilkan berada dalam kondisi normal sesuai kriteria sehingga dapat dikatakan bahwa pengujian berhasil dalam menjawab permasalahan yang dihadapi pada hidroponik manual.

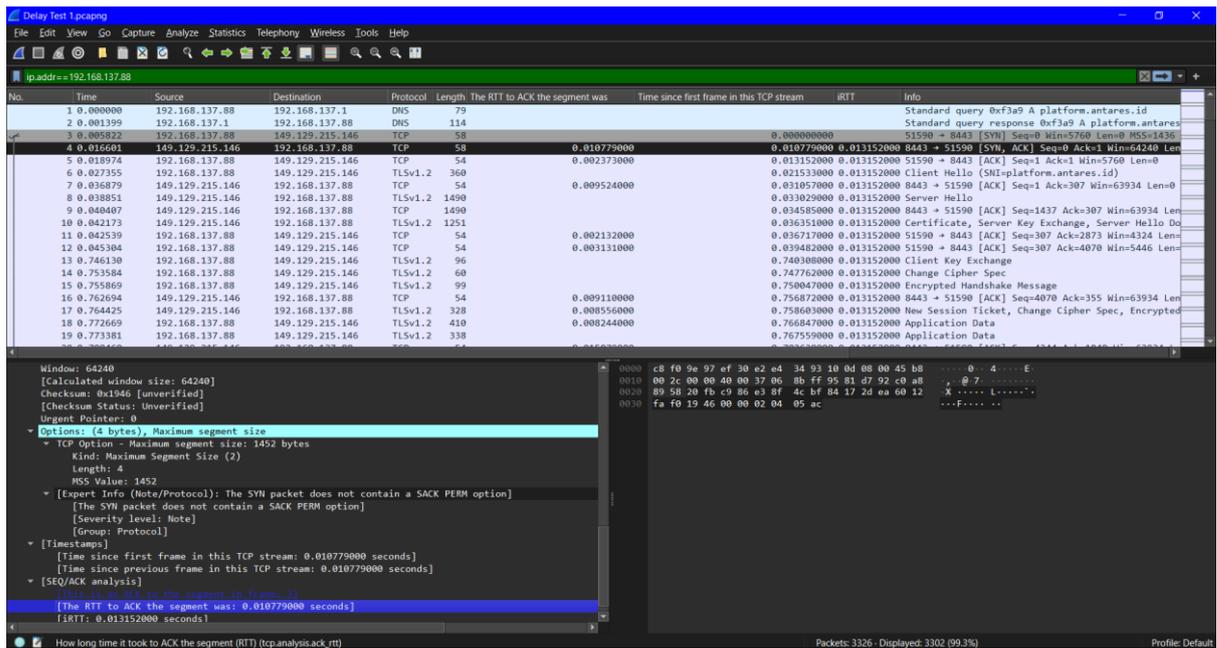
5.3.2 Analisis Hasil Pengujian Menggunakan Metode *Quality of Service* (QoS)

Quality of Service (QoS) merupakan kumpulan parameter yang mengukur kualitas jaringan paket data. Dalam pengujian QoS ini, fokusnya adalah pada perhitungan *Throughput* dan *Delay*. Pengujian dilakukan dengan menangkap paket selama 5 menit menggunakan aplikasi WireShark.



Gambar 5.10 Grafik Throughput

Gambar 5.10 menunjukan hasil dari grafik pengukuran *Quality of Service* (QoS) terhadap parameter *Throughput*. Grafik tersebut menunjukan perubahan selama periode waktu yang dipantau dengan fluktuasi *throughput* yang signifikan di awal, diikuti oleh stabilitas yang lebih tinggi di akhir. Terdapat fluktuasi dalam pengukuran parameter *throughput* yang bisa disebabkan dari kondisi jaringan atau penurunan permintaan data. Menghasilkan total 488 paket yang ditransmisikan dan *throughput* yang didapatkan mencapai 3.390,90764045392 Kbps (3,390 Mbps).



Gambar 5.11 Hasil Delay AWNDES

Pada Gambar 5.11 menjelaskan hasil dari delay yang didapatkan dengan cara mencari paramter *SEQ/ACK Analysis* lalu mengambil hasil delay di *the RTT to ACK segment*. Dapat dilihat *delay* yang didapatkan adalah 0.010779 s (10.779 ms). Dari hasil *Delay* yang telah didapatkan, dapat disimpulkan *Delay* yang didapatkan termasuk dalam kategori Sangat Bagus menurut standart ITU-T G.1010 pada Tabel 5.8.

Tabel 5.7 Kategori Penilaian Standart ITU-T G.1010

Kategori	Delay
Sangat Bagus	< 150 ms
Bagus	150 ms s/d 300 ms
Jelek	300 ms s/d 450 ms
Sangat Jelek	> 450 ms

5.3.3 Analisis Pengujian Aplikasi Menggunakan Metode *User Acceptance Test* (UAT)

Pengujian *User Acceptance Test* (UAT) merupakan sebuah proses yang bertujuan untuk memastikan bahwa aplikasi *mobile* AWNDES telah memenuhi semua kebutuhan dan persyaratan yang telah ditetapkan oleh pengguna. Proses ini dilakukan dengan cermat oleh *end-user*, yang bertindak sebagai penguji dalam rangkaian pembuatan sistem AWNDES. Melalui UAT, berbagai fungsi dari aplikasi diuji secara menyeluruh untuk memastikan bahwa aplikasi berjalan sesuai harapan dan dapat memenuhi ekspektasi *end-user*. Pengujian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis, tetapi juga pada kenyamanan dan kemudahan penggunaan,

sehingga aplikasi dapat memberikan pengalaman terbaik bagi para penggunanya. Pada Tabel 5.8 didapati pada aspek *Usability* (Kegunaan) mendapatkan presentase 91.5%, *Reability* (Keandalan) 86.25%, *Performance* (Kinerja) 89.5%, *User Satifcation* (Kepuasan Pengguna) 92%, dan *User Interface* (Antarmuka Pengguna) 92.5% dengan nilai rata-rata presentase 90.35% yang menandakan pengguna merasa puas dengan aplikasi yang dibuat secara simpel dan mudah dimengerti. Berikut adalah hasil dari UAT menggunakan *Google Form* yang terlampir pada Lampiran CD-5.

Tabel 5.8 Hasil Pengujian Aplikasi Metode UAT

Aspek	Pertanyaan	Skala					Skor	Presentase
		1	2	3	4	5		
<i>Usability</i> (Kegunaan)	1	0	0	1	16	23	4.55	91.5 %
	2	0	0	1	14	25	4.6	
<i>Reliability</i> (Keandalan)	1	0	2	3	18	17	4.25	86.25 %
	2	0	0	3	19	18	4.375	
<i>Performance</i> (Kinerja)	1	0	0	3	12	25	4.55	89.5%
	2	0	0	1	22	17	4.4	
<i>User Satisfaction</i> (Kepuasan Pengguna)	1	0	0	2	13	25	4.575	92%
	2	1	0	0	11	28	4.625	
<i>User Interface</i> (Antarmuka Pengguna)	1	1	0	1	9	29	4.625	92.5%
Rata-rata								90.35%

5.3.4 Faktor Pendukung dan Penghambat

5.3.4.1 Faktor Pendukung

1. Stabilitas AWNDES: Lynx32 sebagai mikrokontroler menawarkan stabilitas tinggi yang penting untuk pemantauan dan kontrol berkelanjutan.
2. Aplikasi Visualisasi: Penggunaan aplikasi untuk visualisasi data mempermudah pengguna dalam memantau kondisi lingkungan secara *real-time*.
3. Peningkatan Produktivitas Pertanian: Sistem otomatis ini mengatasi permasalahan dalam pengelolaan nutrisi dan kondisi lingkungan, sehingga meningkatkan kesehatan dan produktivitas tanaman hidroponik.

4. Pengurangan Risiko Kesalahan Manusia: Dengan otomatisasi, risiko kesalahan seperti *overwatering* atau *under-watering* serta ketidakstabilan pH dan tingkat nutrisi dapat diminimalkan.
5. Dampak Positif terhadap Lingkungan: Sistem ini memaksimalkan penggunaan sumber daya air dan nutrisi secara efisien, serta membantu memanfaatkan lahan sempit di perkotaan untuk pertanian hidroponik.

5.3.4.2 Faktor Penghambat

1. Keterbatasan Koneksi Internet: Sistem sangat bergantung pada konektivitas internet yang stabil. Ketika koneksi terganggu, data tidak dapat dikirimkan ke *database* atau aplikasi, sehingga menghambat pemantauan *real-time*.
2. Kompleksitas Implementasi: Implementasi sistem ini membutuhkan pemahaman teknis yang mendalam, yang mungkin menjadi hambatan bagi pengguna dengan latar belakang non-teknis.
3. Biaya Operasional Tinggi: Penggunaan komponen perangkat keras dan sensor yang mahal, serta potensi masalah dengan kalibrasi dan pemeliharaan sensor dapat meningkatkan biaya operasional.

5.3.5 Keterbatasan Solusi

Beberapa keterbatasan yang ditemukan dalam solusi perancangan AWNDES antara lain:

1. Ketergantungan pada Listrik: Sistem ini sangat bergantung pada pasokan listrik yang stabil. Gangguan listrik dapat menyebabkan berhentinya operasi sensor dan mikrokontroler.
2. Keterbatasan Ruang Penyimpanan Data: Data yang dikirimkan ke *database* mungkin membutuhkan ruang penyimpanan yang besar jika pemantauan dilakukan dalam jangka waktu lama. Solusi untuk mengatasi ini adalah dengan melakukan pembersihan data secara berkala atau meningkatkan kapasitas penyimpanan.

5.3.6 Rencana Pengembangan Berkelanjutan

Untuk pengembangan berkelanjutan, beberapa langkah yang dapat diambil antara lain:

1. Optimalisasi Konsumsi Daya: Mengembangkan metode untuk mengurangi konsumsi daya dari sensor dan mikrokontroler, seperti penggunaan panel surya sebagai sumber daya atau mode tidur (*sleep mode*) ketika tidak aktif[19].
2. Integrasi dengan AI: Mengintegrasikan sistem dengan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk analisis prediktif dan deteksi anomali secara otomatis[20].

3. Pengembangan Aplikasi *Mobile*: Mengembangkan aplikasi *mobile* yang lebih *user-friendly* untuk memudahkan akses dan kontrol bagi pengguna, histori keadaan tanaman perhari menggunakan grafik, dan fitur *login* untuk keamanan sistem dan pengguna.

Dengan mengidentifikasi keberhasilan, faktor pendukung dan penghambat, serta keterbatasan dari solusi yang ada, pengembangan berkelanjutan dapat diarahkan untuk memperbaiki dan memperluas fungsi sistem sehingga memberikan manfaat yang lebih optimal bagi pengguna.

5.4 Kesimpulan

Automatic Water Nutrition Detection System (AWNDES) for Hydroponic telah terbukti meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi. AWNDES dapat memantau dan mengendalikan kadar nutrisi, pH, suhu, dan ketinggian air secara otomatis dan *real-time* berkat teknologi IoT. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa solusi yang ditawarkan mampu menjawab kebutuhan utama dalam budidaya tanaman hidroponik. Namun, AWNDES sendiri masih memiliki beberapa keterbatasan, ketergantungan pada pasokan listrik yang stabil dan koneksi internet yang handal menjadi kendala utama. Selain itu, *database* yang digunakan oleh sistem yang telah dibuat memiliki batas penyimpanan data yang kurang besar, terutama untuk pemantauan jangka panjang.

Pengujian menunjukkan bahwa AWNDES mampu menjaga pH air dalam kisaran 6-7, mempertahankan kadar TDS di atas 500 ppm, dan suhu air di bawah 27°C, yang merupakan kondisi ideal untuk pertumbuhan tanaman hidroponik. Pengujian kualitas layanan menggunakan WireShark juga menunjukkan hasil yang memuaskan, dengan *Delay* dan *throughput* yang sesuai dengan standar yang diharapkan, mendukung kinerja *real-time* dari sistem. Kedepannya, pengembangan berkelanjutan dapat dilakukan dengan beberapa langkah penting. Optimalisasi konsumsi daya sensor dan mikrokontroler dapat dicapai melalui penggunaan panel surya atau mode tidur (*sleep mode*). Integrasi dengan teknologi kecerdasan buatan (AI) dapat membantu dalam analisis prediktif dan deteksi anomali otomatis. Selain itu, pengembangan aplikasi *mobile* yang lebih *user-friendly* akan memudahkan pengguna dalam mengakses dan mengontrol sistem.

Dengan mempertimbangkan keberhasilan yang telah dicapai, tantangan yang ada, dan hasil pengujian yang positif, pengembangan berkelanjutan diarahkan untuk memperbaiki dan memperluas fungsi sistem. Hal ini diharapkan dapat memberikan manfaat yang lebih optimal bagi pengguna di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Y. Endra, A. Cucus, and others, “Perancangan Aplikasi Berbasis Web Pada System Aeroponik untuk Monitoring Nutrisi Menggunakan Framework CodeIgniter,” *Explor. J. Sist. Inf. dan Telemat. (Telekomunikasi, Multimed. dan Inform.,* vol. 11, no. 1, pp. 10–16, 2020.
- [2] A. G. J. Chris and M. Elmer, “IOT Hydroponics Management System,” *IEEE*, 2018.
- [3] M. F. Salsabila, A. Surur, and others, “Determination of Chlorophyll Levels of Water Kale Plants (*Ipomoea aquatica* Forkss) Experiencing Nutrient Deficiencies,” *J. Biol. Trop.*, vol. 23, no. 1, pp. 186–191, 2023.
- [4] K. Kour *et al.*, “Monitoring ambient parameters in the IoT precision agriculture scenario: An approach to sensor selection and hydroponic saffron cultivation,” *Sensors*, vol. 22, no. 22, p. 8905, 2022.
- [5] I. S. Roidah, “Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik,” vol. 1, no. 2, pp. 43–50, 2014.
- [6] L. E. Rahmadhani, L. I. Widuri, and P. Dewanti, “KUALITAS MUTU SAYUR KASEPAK (KANGKUNG, SELADA, DAN PAKCOY) DENGAN SISTEM BUDIDAYA AKUAPONIK DAN HIDROPONIK Quality of Kasepak Vegetables (Water Spinach, Lettuce and Bok Choi) using Aquaponic and Hydroponic System,” vol. 14, no. 01, 2020.
- [7] M. F. Ramadhan and others, “PERANCANGAN SISTEM KONTROL KETINGGIAN AIR PADA TANAMAN HIDROPONIK DENGAN METODE LOGIKA FUZZY MAMDANI,” *OKTAL J. Ilmu Komput. dan Sains*, vol. 2, no. 01, pp. 349–359, 2023.
- [8] Y. Weisrawei, D. A. Prasetya, and A. B. Setiawan, “PERANCANGAN SMART GREEN HOUSE DENGAN OPTIMALISASI PH DAN SUHU AIR PADA TANAMAN SELADA, MEDIA TANAM HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO UNO,” *SinarFe7*, vol. 1, no. 1, pp. 312–317, 2018.
- [9] G. W. Michael, F. S. Tay, and Y. L. Then, “Development of automated monitoring system for hydroponics vertical farming,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2021, p. 12024.
- [10] T. I. Fajri and R. Mustaqim, “Design of a Hydroponic Smart Farm System with Web-

- Based IoT in Bireuen Regency,” 2022.
- [11] P. E. Kresnha, S. Sugiartowo, and N. L. A. Wicahyani, “Automasi Hidroponik Indoor Sistem Wick dengan Pengaturan Penyinaran Menggunakan Growing Lights dan Pemberitahuan Nutrisi Berbasis SMS Gateway,” *Pros. Semnastek*, 2019.
- [12] S. Pramono, P. Yuliantoro, and S. R. Pamungkas, “Sistem Monitoring Tekanan Pada Pipa Air Menggunakan Arduino Uno Pada Jaringan Lora 920-923 Mhz,” *J. Media Inform. Budidarma*, vol. 6, no. 1, pp. 473–483, 2022.
- [13] S. Edriati, L. Husnita, E. Amri, A. A. Samudra, and N. Kamil, “Penggunaan Mit App Inventor untuk Merancang Aplikasi Pembelajaran Berbasis Android,” *E-Dimas J. Pengabdi. Kpd. Masy.*, vol. 12, no. 4, pp. 652–657, 2021.
- [14] M. A. Nahdi, T. Y. Putro, and Y. Sudarsa, “Sistem pemantauan dan kendali suhu nutrisi tanaman hidroponik berbasis IoT,” in *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 2019, pp. 201–207.
- [15] F. Rahmah, F. Hidayanti, and M. Innah, “Penerapan smart sensor untuk kendali pH dan level larutan nutrisi pada sistem hidroponik tanaman pakcoy,” *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 5, pp. 527–534, 2019.
- [16] W. S. J. Saputra and F. Muttaqin, “Pemantauan Suhu Air Pada Sistem Tanaman Hidroponik Menggunakan Sensor DS18B20 Waterproof,” *J. JEETech*, vol. 2, no. 2, pp. 60–64, 2021.
- [17] R. Sukmawati, “PENGEMBANGAN METODE PERTANIAN VERTIKAL UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI DALAM KETERBATASAN LAHAN,” *J. Literasi Indones.*, vol. 1, no. 2, pp. 61–68, 2024.
- [18] I. Suswanto, I. Hendarti, R. K. Apindiati, and S. Sarbino, “Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Pada Sistem Budidaya Hidroponik,” *JMM (Jurnal Masy. Mandiri)*, vol. 7, no. 3, pp. 2318–2327, 2023.
- [19] M. Al Husaini, A. Zulianto, and A. Sasongko, “Otomatisasi Monitoring Metode Budidaya Sistem Hidroponik dengan Internet of Things (Iot) Berbasis Android MQTT dan Tenaga Surya,” *J. Sos. Teknol.*, vol. 1, no. 8, pp. 785–800, 2021.
- [20] V. Sharma, D. V. K. Srivastav, and R. Scholar, “Iot & Artificial Intelligence Based Automated Smart Hydroponics System,” vol. 11, no. 1, pp. 2320–2882, 2023, [Online]. Available: www.ijert.org

LAMPIRAN CD-1

Home > News > Nusantara

Rabu 06 Sep 2023 10:19 WIB

Petani Sayuran di Lembang Gagal Panen

Petani sayuran di Lembang, Jawa Barat mengalami gagal panen akibat kemarau.

Diterjang Cuaca Ekstrem, Tanaman Hidroponik Petani Selada Keriting Tak Optimal

Krida Herbayu - Sabtu, 21 Oktober 2023 | 05:58 WIB



WAKIL PRESIDEN
REPUBLIK INDONESIA
K. H. MARUF AMIN

[Profil](#) [Program](#) [Artikel](#) [Sekretariat](#) [E-Magazine](#) [Lapor!](#) [Language:](#)

Reducing the Risk of Crop Failure, Vice President Encourages Modern Hydroponic

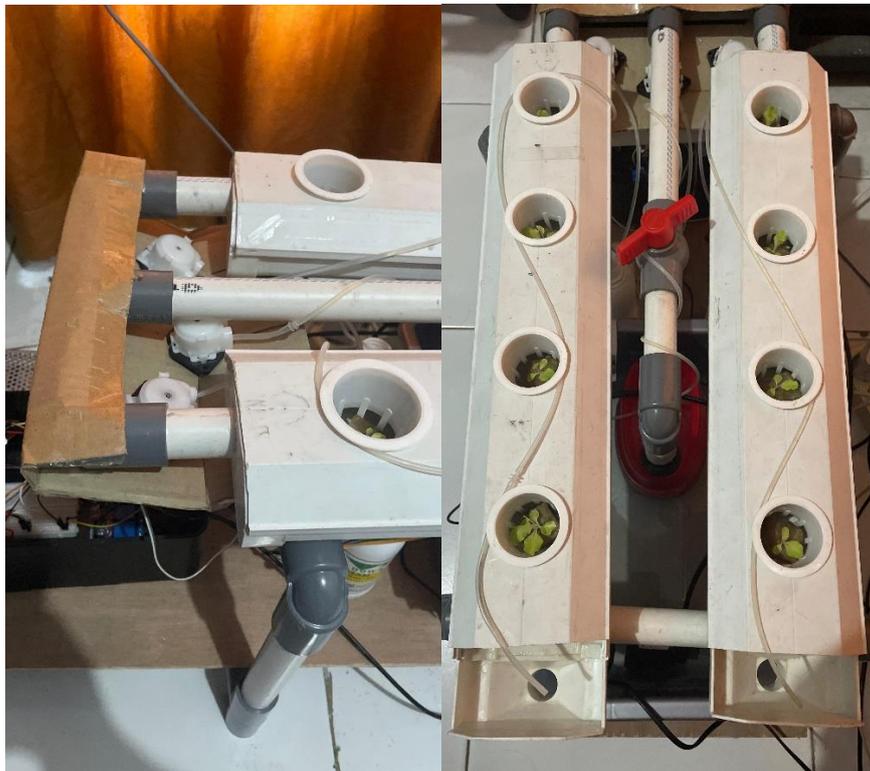
LAMPIRAN CD-2





LAMPIRAN CD-3

LAMPIRAN CD-4



LAMPIRAN CD-5

The screenshot displays a Google Forms interface for a survey titled "Kuesioner User Acceptance Test(UAT) Sebagai Pengguna Aplikasi AWNDI". The "Responses" tab is active, showing "40 responses". A red banner at the top indicates "Not accepting responses". Below this, a message for respondents states "This form is no longer accepting responses". The interface includes tabs for "Summary", "Question", and "Individual". The "Summary" tab is selected, showing a list of 40 responses under the heading "Nama Lengkap".

Nama Lengkap
trulydebaulbowo
Fazruli Ahmad
Dini Daniati Fazri
Holan Mikhael Socrates Bimatova Situmorang
MuhammadFandifadillah
ersa hera
Dwi Chokrun Nisa
NABIEL MUHAMMAD AL-BHAZALI
idmi hafiah