

Pembuatan Sistem Pengkabutan Otomatis dengan Kontrol Suhu Air dan Suhu Udara Berbasis IoT

Farih Khafiyyan^{1)*}, Inna Novianty²⁾

Sekolah Vokasi, IPB University

Jl. Kumbang No.14, RT.02/RW.06, Babakan, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, 16128, Indonesia^{1),2)}

E-Mail : farihkhkhafiyyan@apps.ipb.ac.id^{1)*}, innanovianty@apps.ipb.ac.id²⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi tantangan suhu berlebih pada kebun hidroponik dengan menerapkan sistem kendali suhu dan temperatur air. Permasalahan utama yang diidentifikasi adalah suhu berlebih pada lingkungan hidroponik dan perlunya metode yang efektif untuk memantau dan mengendalikan suhu air pada kebun. Penelitian ini berfokus pada penanggulangan suhu berlebih dengan menggunakan sistem misting yang dapat memberikan penggunaan air yang efisien dan menjaga suhu dan temperatur air sesuai dengan standar ideal bagi tanaman hidroponik. Selain itu, penelitian ini mencari solusi untuk memantau suhu air kebun hidroponik secara akurat dan membangun perangkat kendali yang memungkinkan pengaturan jarak jauh untuk mencapai kondisi lingkungan yang ideal. Penerapan solusi ini diharapkan dapat meningkatkan produktivitas dan kesehatan tanaman hidroponik pada lingkungan yang optimal. Pengumpulan dan analisis data dilakukan untuk memperoleh nilai Mean Square Error sebesar 1,33, yang menunjukkan bahwa kesalahan prediksi model kuadrat rata-rata adalah 1,33 derajat. Nilai Root Mean Squared Error sebesar 1,15 menunjukkan bahwa kesalahan prediksi model root mean squared adalah 1,15°C, dan nilai r-squared yang diperoleh adalah 0,86, hal ini menunjukkan bahwa model regresi ini dapat menjelaskan 86% variasi suhu udara yang diamati.

ABSTRACT

This research aims to overcome the challenge of excessive temperatures in hydroponic gardens by implementing a temperature and water temperature control system. The main problems identified were excessive temperatures in the hydroponic environment and the need for effective methods for monitoring and controlling the water temperature in the garden. This research focuses on overcoming excessive temperatures by using a misting system that can provide efficient water use and maintain water temperature and temperatures in accordance with ideal standards for hydroponic plants. In addition, this research seeks solutions to accurately monitor the temperature of hydroponic garden water and build a control device that allows remote regulation to achieve ideal environmental conditions. Implementing this solution is hoped to increase the productivity and health of hydroponic plants in an optimal environment. Data collection and analysis were conducted to obtain a Mean Square Error value of 1.33, indicating that the average square model prediction error was 1.33 degrees. The Root Mean Squared Error value of 1.15 indicates that the root mean squared model prediction error is 1.15°C, and the r-squared value obtained is 0.86, indicating that this regression model can explain 86% of the observed air temperature variations.

Keywords: ESP32, IoT, Relay, Sensor Suhu Udara dht21, Sensor Suhu Air ds18b20

1. Pendahuluan

Saat ini budidaya tanaman secara organik sangat banyak diterapkan di daerah – daerah

untuk mendapatkan hasil tanaman yang lebih berkualitas karena proses penanamannya tidak memakai tambahan pupuk kimia,

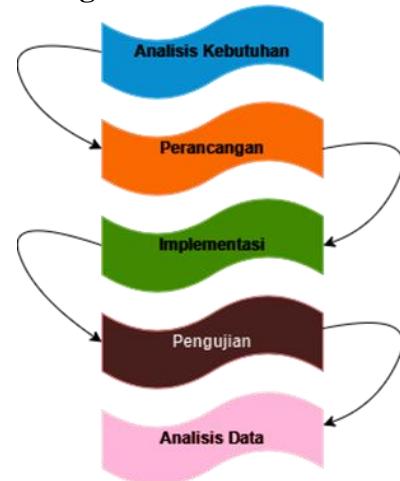
pestisida dan obat – obatan lainnya. Hidroponik merupakan salah satu budidaya menanam tanaman dengan memanfaatkan air dengan menekankan kebutuhan nutrisi pada tanaman dan tidak menggunakan tanah. Ruang hijau yang terbatas membuat hidroponik lebih efisien dalam budidaya tanaman. Hal ini menjadikan metode hidroponik merupakan salah satu solusi pertanian di daerah perkotaan. Pada umumnya metode hidroponik yang dilakukan menggunakan media air, dimana kondisi air yang perlu diperhatikan adalah pasokan air, oksigen, nutrisi dan tingkat keasaman (pH). Selain itu suhu dan kelembapan lingkungan harus terjaga dan sesuai dengan tanaman. Pengontrolan nutrisi, suhu air, volume air nutrisi, suhu lingkungan, pH dan kelembapan untuk sistem hidroponik masih dilakukan secara manual ataupun konvensional. (Rahmad Doni, 2020)

Salah satu elemen penting agar tanaman dapat bertahan hidup adalah suhu. Perkembangan dan laju pertumbuhan tanaman bergantung pada suhu sekitar. Setiap tanaman mempunyai kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan optimal. Dalam beberapa tahun terakhir, gelombang panas atau suhu ekstrem menjadi lebih hebat dan mungkin berlangsung lebih lama. Oleh karena itu, tanaman yang tumbuh di lingkungan yang lebih dingin berdampak pada penurunan laju pertumbuhan dan produktivitas petani. Kebutuhan untuk mempelajari suhu minimum dan maksimum yang diperbolehkan bagi pertumbuhan tanaman penting untuk dipahami. Tanaman nyaman berada pada suhu kisaran 25-35 °C. (Ngadimon et al., 2021)

Penelitian yang dilakukan yakni kontrol suhu udara dan suhu air berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan perangkat ESP32 sebagai mikrokontroller dan aplikasi *mobile* sebagai alat kontroling. Sistem ini terdiri dari sensor dht21 yang digunakan sebagai sensor pengukur suhu dan suhu air dan juga sensor ds18b20 sebagai sensor suhu air. Sistem juga terhubung dengan pengkabutan yang berfungsi untuk memberikan pengkabutan jika terjadi

perubahan suhu yang tinggi dengan melampaui batas yang sudah ditetapkan sebesar 34°C. Maka pengkabutan akan menyala hingga suhu mencapai dibawah 25°C, kemudian agar sistem pengendalian suhu lebih optimal, sensor ds18b20 diletakkan pada wadah yang menampung air pengkabutan dipasang *fan* dan pompa, ketika suhu air melebihi 26°C maka *fan* peltier akan meyala untuk mendinginkan *waterblock*, pompa akan mengalirkan air dari dalam penampungan ke *waterblock* dan dialirkan kembali kedalam penampungan air hingga suhu air mencapai 23°C, serta akan menampilkan hasil pengukuran suhu pada *smartphone*.

2. Metodologi



Gambar 1. Prosedur kerja

Gambar 1 merupakan prosedur kerja dari pembuatan sistem pengkabutan otomatis dengan kontrol suhu air dan suhu udara ada beberapa tahapan seperti analisis kebutuhan baik *software* maupun *hardware*, Pada sisi *hardware*, analisis dimulai dengan identifikasi jenis sensor dan perangkat fisik yang dibutuhkan untuk mengumpulkan data yang relevan sesuai dengan tujuan alat IoT tersebut, sementara itu, analisis kebutuhan *software* mencakup penentuan sistem operasi, platform pengembangan, dan bahasa pemrograman yang paling sesuai untuk mengembangkan aplikasi yang akan mengelola data dari sensor dan berinteraksi dengan pengguna, perancangan terdiri dari

perancangan *hardware* dan *software* pada prosedur kerja pembuatan alat ini merupakan suatu pendekatan terpadu yang esensial untuk menciptakan alat yang cerdas dan terhubung.

Pada proses implementasi, hal ini melibatkan penempatan alat, pengaturan konfigurasi, dan pengumpulan data yang relevan. Selama implementasi di lapangan, perlu dilakukan pemantauan dan pengoptimalan terus-menerus untuk memastikan bahwa alat IoT berkinerja optimal sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Keseluruhan proses implementasi ini bertujuan untuk membawa konsep IoT dari perencanaan ke dunia nyata, memungkinkan pemanfaatan teknologi ini untuk memecahkan masalah, meningkatkan efisiensi, dan membuka potensi baru di berbagai bidang. Setelah melakukan implementasi, dilakukan pengujian menyeluruh dan iterasi yang diterapkan selama fase ini untuk memastikan bahwa alat IoT berfungsi dengan baik dan dapat memberikan kontribusi positif sesuai dengan tujuannya dalam konteks yang diinginkan.

Tahap terakhir yaitu Analisis data dengan menggunakan regresi linear dalam prosedur pembuatan alat *Internet of Things* (IoT) yang mempertimbangkan pengaruh suhu air pada penyemprotan air ke udara di sekitar tanaman hidroponik adalah krusial dalam memahami dan mengoptimalkan efek dari tindakan ini. Metode regresi linier adalah sebuah metode yang sangat cocok untuk melakukan perhitungan prediksi nilai yang akan datang. Selain itu regresi linier diimplementasikan sendiri kepada mudah sistem untuk pada penelitian ini. Langkah pertama diharuskan mengambil beberapa sampel data yang didapatkan dari sebuah percobaan sederhana. Tujuan dari sampel data yang diambil yaitu untuk mendapatkan sebuah persamaan regresi linier yang akan digunakan untuk memprediksi nilai yang akan datang. Persamaan dari regresi linier ini adalah sebuah persamaan matematis yang hubungan antar dua variabel dimana salah satu variabelnya mempengaruhi sebuah variabel lainnya. (Chairurrafi et al., 2022)

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam merancang sistem kadar nutrisi dan suhu larutan nutrisi ada beberapa tahapan seperti analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian dan analisis data. Analisis kebutuhan *hardware* dan *software* pada prosedur kerja pembuatan alat *Internet of Things* (IoT) adalah tahapan krusial yang menentukan arah dan efektivitas implementasi. Pada sisi *hardware*, analisis dimulai dengan identifikasi jenis sensor dan perangkat fisik yang dibutuhkan untuk mengumpulkan data yang relevan sesuai dengan tujuan alat IoT tersebut. Selain itu, perlu dievaluasi kebutuhan akan mikrokontroler, modul komunikasi, antena, dan penyimpanan data yang akan mendukung pengolahan dan transmisi informasi yang dihasilkan. Sementara itu, analisis kebutuhan *software* mencakup penentuan sistem operasi, platform pengembangan, dan bahasa pemrograman yang paling sesuai untuk mengembangkan aplikasi yang akan mengelola data dari sensor dan berinteraksi dengan pengguna.

Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan *hardware* dan *software* pada prosedur kerja pembuatan alat *Internet of Things* (IoT) adalah tahapan krusial yang menentukan arah dan efektivitas implementasi. Pada sisi *hardware*, analisis dimulai dengan identifikasi jenis sensor dan perangkat fisik yang dibutuhkan untuk mengumpulkan data yang relevan sesuai dengan tujuan alat IoT tersebut. Selain itu, perlu dievaluasi kebutuhan akan mikrokontroler, modul komunikasi, antena, dan penyimpanan data yang akan mendukung pengolahan dan transmisi informasi yang dihasilkan.

Sementara itu, analisis kebutuhan *software* mencakup penentuan sistem operasi, platform pengembangan, dan bahasa pemrograman yang paling sesuai untuk mengembangkan aplikasi yang akan mengelola data dari sensor dan berinteraksi

dengan pengguna. Perancangan antarmuka pengguna yang intuitif dan efisien juga harus dimasukkan dalam analisis ini untuk memastikan aksesibilitas yang baik bagi pengguna akhir. Untuk perancangan alat yang

digunakan terdapat beberapa macam komponen, alat, bahan dan *software* yang akan digunakan, untuk jenis – jenisnya akan disampaikan pada Tabel 1, Tabel 2, Tabel 3.

Tabel 1. Alat yang Digunakan

No	Nama	Keterangan
1	ESP32	Mikrokontroler yang digunakan adalah esp32. Ini dipilih karena memiliki banyak keunggulan, salah satunya ialah harganya yang relatif murah, mudah diprogram, memiliki jumlah pin I/O yang memadai, serta memiliki adapter WiFi internal untuk mengakses jaringan Internet.(Wagyana, 2019)
2	ds18b20	sensor DS18B20 adalah sebagai pendekripsi suhu air maupun dalam bidang perikanan ataupun perkebunan beberapa sensor juga diperlukan dalam bidang keahlian.(Huda & Kurniawan, 2022)
3	Relay 2 channel	Jika nilai ppm atau pH penampungan air tidak sesuai, relai akan menjalankan kondisi yang berada pada esp32. Ini menggunakan prinsip elektromagnetik untuk memfasilitasi pergerakan kontak saklar dan menggunakan arus listrik sederhana yang memiliki daya rendah untuk memungkinkan konduksi listrik bertegangan tinggi.
4	Sensor DHT21	Sensor DHT21, yang memiliki nilai digital, menunjukkan suhu dan suhu air relatif sekitar di kebun hidroponik. Fungsinya adalah untuk memberikan informasi tentang suhu dan suhu air relatif sekitar yang ada. Sensor DHT21 ini memiliki keunggulan konsumsi daya rendah, dan jarak transmisi 20 m, yang membuat sensor cocok dan mudah diterapkan. (Kurniawan et al., 2023)
6	3D Casing	Casing yang digunakan dibuat dengan menggunakan 3d <i>printer</i> dan <i>software</i> fusion 360, Casing ini berfungsi untuk melindungi setiap komponen pada alat.
7	Peltier	Elemen peltier ini ramah lingkungan karena tidak menggunakan gas freon untuk proses pendingin, sehingga tidak merusak lingkungan. (Yudiyanto et al., 2020)
8	Fan	<i>Fan</i> ini berfungsi untuk mengeluarkan panas yang terdapat pada peltier. Secara keseluruhan, <i>fan</i> adalah komponen penting dalam sistem Peltier yang membantu menjaga suhu yang optimal, mendinginkan perangkat, dan memastikan kinerja yang efisien.
9	Pompa	pompa digunakan untuk memompa air dari reservoir atau sumber air ke sistem pipa yang terhubung dengan nosel atau sprinkler yang digunakan untuk menyemprotkan air dalam bentuk kabut. Pompa ini mempertahankan tekanan yang diperlukan dalam sistem untuk memastikan bahwa air disemprotkan dengan konsistensi dan akurat.

Tabel 2. Bahan yang Digunakan

No	Nama	Keterangan
1	Filamen	PLA (<i>Polylactic Acid</i>) merupakan pilihan utama sebagai filamen dalam pencetakan proses dengan <i>printer</i> 3D. filamen PLA memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kekuatan tarik (tegangan maksimum) dan nilai kekuatan Bendingnya (flexural modulus). (Setiawan et al., 2022)
2	Timah	Penggunaan timah solder adalah bagian penting dari proses penyolderan karena melibatkan menciptakan ikatan kuat antara dua bahan berbeda menggunakan timah yang dipanaskan oleh alat solder selama proses, yang menyebabkan peleburan. Timah solder cair akan ditempelkan pada komponen listrik dan papan sirkuit untuk memastikan ikatan yang mulus dan mencegah pelepasan.
3	Jumper dan Kabel AWG	Dalam mekanisme kerja kabel jumper, arus listrik ditransmisikan antar komponen yang saling berhubungan. Ada penghantar listrik kecil di dalam dan di ujung kabel yang memudahkan arus listrik bergerak, yang menyebabkan fenomena ini terjadi. Ada tiga jenis kabel jumper yang digunakan: laki-laki ke laki-laki, perempuan ke perempuan, dan perempuan ke perempuan. Kabel yang digunakan menggunakan kabel jenis AWG, yang memiliki ukuran yang berbeda untuk komponen, seperti AWG 22 dan 24. Kabel yang disambungkan ke arus AC menggunakan AWG 12.
4	Air	Air digunakan dalam sistem misting untuk menciptakan efek pendinginan. Ketika air disemprotkan ke udara dalam bentuk kabut halus, ia menyerap panas dari udara di sekitarnya untuk menguapkan

No	Nama	Keterangan
		air, menghasilkan penurunan suhu udara di sekitar tanaman atau area tertentu. Hal ini sangat penting untuk menjaga suhu yang optimal dalam lingkungan pertumbuhan tanaman seperti pada kebun hidroponik atau rumah kaca. Air yang disemprotkan dalam bentuk kabut oleh sistem misting juga berkontribusi untuk meningkatkan kelembapan udara di sekitar tanaman. Kelembapan yang cukup penting untuk pertumbuhan optimal tanaman.

Tabel 3 *Software* dan *Framework* yang Digunakan

No	Nama	Keterangan
1	Arduino IDE	Arduino IDE adalah <i>software</i> yang digunakan untuk membuat <i>sketch</i> pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada <i>board</i> yang ingin diprogram. (Mahanin Tyas et al., 2023)
2	Autodesk Fusion 360	Autodesk Fusion 360 adalah salah satu <i>software CAD/CAM</i> yang memungkinkan penggunanya untuk membuat atau menambahkan <i>script</i> sesuai kebutuhan penggunanya. (Setiawan et al., 2022)
3	Visual Studio Code	Visual Studio Code adalah sebuah teks editor ringan dan handal yang dibuat oleh Microsoft untuk sistem operasi multiplatform, artinya tersedia juga untuk versi Linux, Mac, dan Windows. (Nendya et al., 2023)
4	Firebase	Firebase merupakan sebuah platform <i>database</i> yang mampu memberikan informasi secara <i>realtime</i> kepada penggunanya. Firebase saat ini menjadi sebuah alternatif <i>database</i> yang handal yang mampu memberikan informasi secara cepat. (Sugiyatno, 2023)
5	React Native	React Native merupakan sebuah framework javascript. Framework ini banyak digunakan oleh pengembang karena mudah dipelajari, memiliki struktur kode yang simpel, mempunyai fitur <i>live reload</i> tanpa proses building, oleh karena itu banyak pengembang yang menggunakan React Native agar proses pengembangan <i>mobile</i> yang lebih cepat. (Malahella et al., 2020)
6	Ultimaker Cura	Ultimaker cura (UC) adalah aplikasi yang dirancang untuk 3D Printing, UC ini dapat mengubah parameter pencetakan dan kemudian mengubahnya menjadi <i>G-Code</i> . Ultimaker cura ini ditandai dengan menyediakan antarmuka grafis untuk menyiapkan model untuk pencetakan 3D, yang disesuaikan dengan model dan program, aplikasi berurutan dari setiap lapisan. Mesin Cura digunakan untuk menerjemahkan model 3D kedalam set instruksi printer 3D. (Saragih et al., 2022)
7	Eagle	EAGLE (<i>Easily Applicable Graphical Layout Editor</i>), adalah salah satu <i>software</i> komputer yang dapat digunakan untuk merancang skematis dan PCB (<i>Printed Circuit Board</i>) dari rangkaian elektronika, tujuan utama dari penggunaan eagle adalah untuk menciptakan desain PCB. Eagle memungkinkan kita untuk merancang PCB dengan atau tanpa melalui desain skematis. Namun metode yang lebih umum digunakan adalah merancang desain skematis terlebih dahulu sebelum mendesain PCB. (Munandar et al., 2019)

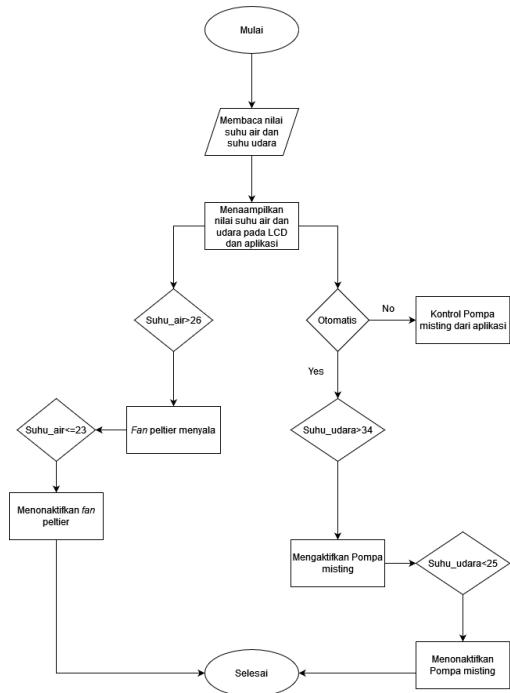
Perancangan *hardware* dan *software* pada prosedur kerja pembuatan alat ini merupakan suatu pendekatan terpadu yang esensial untuk menciptakan alat yang efektif dan efisien mencapai tujuan proyek. Integrasi antara *hardware* dan *software* harus dirancang dengan teliti, memastikan alat dapat berkomunikasi, mengumpulkan data secara

efisien, dan memberikan keluaran yang diinginkan.

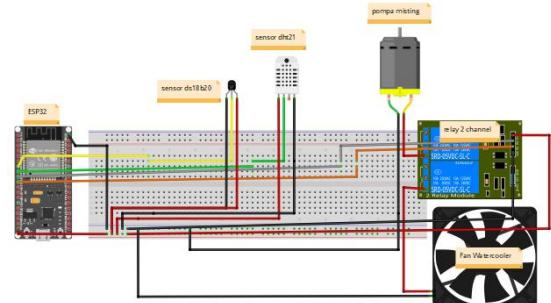
Diagram alir yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 2 untuk alur kondisi logika sistem alat pengkabutan, pertama melakukan pemilihan mode kontrol pengkabutan pada aplikasi, jika memilih manual maka kita dapat mengaktifkan dan menonaktifkan pompa

melalui aplikasi, jika memilih otomatis, sensor dht21 membaca suhu udara, ketika suhu sekitar mencapai di atas 34°C , sistem akan mengaktifkan pompa pengkabutan untuk memberikan pengkabutan, yang efektif dalam menurunkan suhu sekitar dan meningkatkan kelembapan. Sebaliknya, jika suhu turun di bawah 25°C , pompa pengkabutan akan dimatikan untuk menghindari pengabutan berlebihan. Untuk meningkatkan efisiensi penurunan suhu, alat ini juga memantau suhu air menggunakan sensor ds18b20. Ketika suhu air mencapai di atas 26°C , fan peltier akan diaktifkan untuk menurunkan suhu air hingga suhu air mencapai 23°C . Dengan menjaga suhu air pada tingkat yang lebih rendah, penurunan suhu sekitar melalui penggunaan pompa pengkabutan menjadi lebih optimal, menciptakan lingkungan yang lebih nyaman untuk tanaman yang ada di hidroponik.

Gambar 3 merupakan skema rangkaian untuk alat yang dibuat, dengan menggunakan ESP32 sebagai otak utama atau inti dalam perangkat, sensor ds18b20 terhubung dengan pin input 13 di ESP32 berfungsi untuk membaca nilai suhu air, sensor dht terhubung pada pin input 14 berfungsi untuk membaca nilai suhu dan kelembapan sekitar, pompa pengkabutan terhubung dengan relay 2 channel di pin in1, pin in1 terhubung ke pin 4 di ESP32 yang berfungsi untuk menyalakan dan mematikan pompa pengkabutan, fan peltier terhubung dengan relay pada pin in2, pin in2 terhubung ke pin 5 di ESP32 yang digunakan untuk mengaktifkan dan menonaktifkan fan peltier.



Gambar 2. Diagram alir hardware



Gambar 3. Skema rangkaian hardware

Setelah melakukan perancangan, selanjutnya melakukan implementasi, Hal ini melibatkan penempatan alat, pengaturan konfigurasi, dan pengumpulan data yang relevan. Selama implementasi di lapangan, perlu dilakukan pemantauan dan pengoptimalan terus-menerus untuk memastikan bahwa alat IoT berkinerja optimal sesuai dengan tujuan yang diinginkan. Keseluruhan proses implementasi ini bertujuan untuk membawa konsep IoT dari perencanaan ke dunia nyata.



Gambar 4. Perangkaian alat

Gambar 4 merupakan implementasi perangkaian alat, mulai dari perangkaian sistem mikrokontroler esp32, dengan menghubungkannya ke setiap komponen, mulai dari sensor suhu udara, kelembapan udara serta suhu air, lalu untuk outputnya dihubungkan ke pompa 12V dc untuk sistem kontrol suhu udara dan *fan peltier* untuk sistem kontrol suhu air untuk menurunkan suhu ketika panas berlebih.

Tahap selanjutnya yaitu melakukan pengujian menyeluruh dan iterasi dapat diterapkan selama fase ini untuk memastikan bahwa alat IoT berfungsi dengan baik dan dapat memberikan kontribusi positif sesuai dengan tujuannya dalam konteks yang diinginkan.

Tabel 4 merupakan pengujian dari akurasi sensor dht21, Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi akurasi sensor dht21 dalam mengukur suhu dan kelembapan udara dibandingkan dengan termometer konvensional. Pengujian dilakukan dengan menempatkan sensor dht21 dan termometer konvensional di ruangan yang sama dan mencatat nilai-nilainya secara bersamaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan antara nilai suhu yang diukur oleh sensor dht21 dan termometer konvensional berada di kisaran 0.1-0,2 °C. Hal ini menunjukkan bahwa sensor dht21 memiliki akurasi yang cukup tinggi dalam mengukur suhu udara. Nilai error dari sensor dht21

sebesar 0.518% dan memiliki akurasi 99.482%. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor dht21 memiliki akurasi sangat baik dalam mengukur suhu udara.



Gambar 5. Pengujian pemasangan sistem pengkabutan

Gambar 5 merupakan kegiatan ketika melakukan pengujian sistem pengkabutan setelah dilakukan pemasangan secara menyeluruh, ketika alat dinyalakan, sistem pengkabutan dapat berjalan dengan baik sesuai dengan logika yang diinginkan, yaitu ketika pada mode otomatis, maka sistem akan membaca sensor suhu dan akan menyalakan pompa pengkabutan ketika suhu berlebih.

Tabel 4. Pengujian akurasi sensor dht21

No	Termometer Digital (°C)	Sensor dht21 (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
1	33.1	33.3	0.6	99.4
2	33.0	33.1	0.3	99.7
3	30.3	30.5	0.66	99.34
4	29.5	29.7	0.67	99.33
5	28.0	28.1	0.36	99.64
Rata-rata			0.518	99.482

Tabel 5. Pengujian akurasi sensor ds18b20

No	Termometer Air Digital (°C)	Sensor ds18b20 (°C)	Error (%)	Akurasi (%)
1	29.1	29.4	1	99.0
2	29.5	29.7	0.67	99.33
3	27.1	27.3	0.74	99.26
4	25.0	25.3	1.2	98.8
5	25.8	26.0	0.77	99.23
Rata-rata			0.876	99.124

Tabel 5 merupakan hasil dari pengujian akurasi sensor ds18b20 dengan termometer air konvensional, pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi akurasi sensor ds18b20 dalam mengukur suhu air dibandingkan dengan termometer air konvensional. Sensor ds18b20 direndam dalam air bersama dengan termometer air konvensional, dan nilai suhunya dicatat secara bersamaan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perbedaan antara nilai suhu yang diukur oleh sensor ds18b20 dan termometer air konvensional berada di kisaran 0.2-0.3 °C. Nilai error dari sensor ds18b20 sebesar 0.876% dan memiliki akurasi 99.124% Hal ini menunjukkan bahwa sensor ds18b20 memiliki akurasi yang cukup tinggi dalam mengukur suhu air.

Tahap terakhir yaitu melakukan analisis data, dengan melakukan pengumpulan data secara kuantitatif dari data sensor yang cukup, analisis dilakukan menggunakan metode regresi linear. Dalam analisis ini, suhu air dianggap sebagai variabel independen yang dapat mempengaruhi variabel dependen, yaitu suhu udara dan perubahan suhu udara menjadi keluarannya. Model regresi linear dibangun dengan memperhitungkan data pengukuran suhu air dan suhu udara sebelumnya. Tujuannya adalah untuk memahami sejauh mana suhu air berpengaruh terhadap suhu udara dalam sistem pengkabutan, dan apakah hubungan tersebut memiliki karakteristik linear yang dapat diukur dan diprediksi. Hasil analisis regresi linear memberikan informasi yang berharga dalam mengoptimalkan efisiensi sistem pengkabutan dan memastikan penyebaran suhu udara yang diinginkan dalam berbagai situasi.

Gambar 6 menunjukkan data suhu udara yang diambil selama 2 hari pada lahan kebun yang tidak menggunakan sistem pengkabutan otomatis. Data sensor dikirim ke *database* setiap 10 menit dengan jumlah 179 data. Hal ini menunjukkan bahwa nilai suhu udara di lahan kebun tersebut dapat mencapai 48 °C. Suhu udara yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pada

tanaman, yang dapat menghambat pertumbuhan dan bahkan menyebabkan kematian tanaman. Suhu merupakan salah satu faktor penting dalam budidaya secara hidroponik NFT. Pada tanaman sayuran suhu untuk pertumbuhan yang optimal adalah 23-35°C jika suhu melebihi dari 36 °C maka tanaman akan mati.(Asmana et al., 2017)

	LOG_ _SuhuAir	LOG_ _SuhuUdara
count	179.000000	179.000000
mean	26.039553	30.463128
std	2.012737	6.712045
min	23.440000	23.700000
25%	24.340000	25.300000
50%	25.500000	27.600000
75%	27.530000	33.600000
max	30.190000	48.100000

Gambar 6. Data sensor tanpa sistem pengkabutan

	LOG_ _SuhuAir	LOG_ _SuhuUdara
count	568.000000	568.000000
mean	26.496232	29.750669
std	2.561916	3.063782
min	23.000000	25.010000
25%	23.810000	26.720000
50%	26.440000	29.800000
75%	28.812500	32.345000
max	32.630000	36.170000

Gambar 7. Data sensor dengan sistem pengkabutan

Gambar 7 menunjukkan data suhu udara yang diambil selama 5 hari dengan total 568 data yang sudah diolah untuk diambil nilai sensor ketika pompa pengkabutan menyala pada lahan kebun dengan menggunakan sistem pengkabutan otomatis. Data sensor dikirim ke *database* setiap 10 menit. Hal ini menunjukkan bahwa nilai suhu udara di lahan kebun tersebut maksimum 36 °C, yang sesuai dengan suhu optimal yang dibutuhkan tanaman sayur. Penggunaan sistem pengkabutan otomatis terbukti efektif dalam menjaga suhu udara di lahan kebun pada

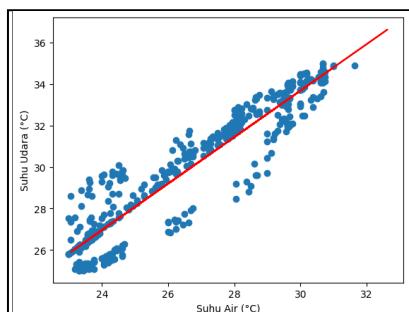
kisaran optimal untuk pertumbuhan tanaman sayur. Hal ini dapat dilihat dari data yang menunjukkan bahwa nilai suhu udara tidak pernah melebihi 36 °C selama periode 5 hari, 16 hingga 21 april 2024.

Suhu udara yang optimal sangat penting untuk pertumbuhan tanaman sayur. Suhu udara yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pada tanaman, yang dapat menghambat fotosintesis, pertumbuhan, dan bahkan menyebabkan kematian tanaman. Sebaliknya, suhu udara yang terlalu rendah juga dapat menghambat pertumbuhan tanaman.

	196__1_SuhuAir	196__1_SuhuUdara	196__1_pompa	196__1_tanggal	196__1_waktu	196__1_watercooler
248	21.23	23.70	MATI	2024-4-19	7:01:28	MATI
249	21.23	24.20	MATI	2024-4-19	7:11:29	MATI
250	21.31	24.50	MATI	2024-4-19	7:21:29	MATI
271	21.44	24.30	MATI	2024-4-19	7:31:30	MATI
272	21.56	24.61	MATI	2024-4-19	7:41:31	MATI
319	30.00	31.50	NYALA	2024-4-19	13:58:31	NYALA
311	30.00	31.20	NYALA	2024-4-19	14:08:39	NYALA
312	29.87	30.50	NYALA	2024-4-19	14:18:43	NYALA
313	29.81	29.30	NYALA	2024-4-19	14:28:46	NYALA
314	29.75	29.25	NYALA	2024-4-19	14:38:51	NYALA

Gambar 8. Data sistem pengkabutan

Suhu udara yang optimal sangat penting. Gambar 8 merupakan hasil dari pengumpulan data yang diambil dari firebase, dengan mengambil 10 data yang berada di tengah yaitu di tanggal 19 april 2024, terdapat perubahan nilai sensor, mulai dari suhu udara dan suhu air. Data menunjukkan bahwa pompa pengkabutan dan watercooler bekerja dengan baik sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan. Pompa pengkabutan menyala saat suhu udara di atas 34°C dan mati ketika di bawah 28°C. Watercooler menyala saat suhu air di atas 26°C dan mati ketika di bawah 23°C.



Gambar 9. Grafik regresi linear

Gambar 9 menunjukkan grafik hasil dari proses analisis regresi linear menggunakan *tools* python dengan *library* pandas, numpy, matplotlib dan sklearn, dimana garis merah merupakan garis dari regresi linear dan titik biru merupakan nilai dari data sensor, dimana untuk variabel x atau independen merupakan data dari sensor suhu air, lalu variabel y atau dependen merupakan data dari sensor suhu udara, untuk bentuk penyebaran dan perubahan data nya sendiri hampir mendekati garis linear, dengan titik terendah variabel x atau suhu air pada nilai 23°C, suhu udara pada nilai 25 °C, dengan nilai tertinggi suhu air pada 32°C dan suhu udara pada nilai 36 °C.

```
Mean Absolute Error : 0.8599965194670678
Mean Squared Error : 1.331143908237131
Root Mean Squared Error : 1.153752099992512
```

Gambar 10. Nilai *mean error*

Pada Gambar 10 terlihat hasil dari analisis regresi linear, terdapat nilai *Mean Absolute Error*, *Mean Square Error* dan *Root Mean Squared Error*, *Mean Absolute Error* (MAE) merupakan metode untuk mengevaluasi metode peramalan menggunakan jumlah dari kesalahan-kesalahan yang absolut. *Mean Absolute Error* (MAE) mengukur ketepatan ramalan dengan merata-rata kesalahan dugaan (nilai absolut masing-masing kesalahan). *Mean Square Error* (MSE) adalah metode lain untuk mengevaluasi metode peramalan. Masing-masing kesalahan atau sisa dikuadratkan. Kemudian dijumlahkan dan ditambahkan dengan jumlah observasi. Pendekatan ini mengatur kesalahan peramalan yang besar karena kesalahan-kesalahan itu dikuadratkan. *Root Mean Squared Error* (RMSE). RMSE menjadi alternatif yang lebih intuitif dibandingkan MSE karena memiliki skala pengukuran yang sama dengan data yang sedang dievaluasi. Sebagai contoh, dua kali nilai RMSE artinya model memiliki *error* dua kali lebih besar dari sebelumnya. Sedangkan dua kali nilai MSE tidak berarti demikian. Jika MSE dapat dianalogikan sebagai varian, maka RMSE

dapat dianalogikan sebagai standar deviasi.(Sinaga & Irawati, 2018). Nilai MAE sebesar 0.86 menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan prediksi model adalah 0.86°C . Artinya, model ini rata-rata memprediksi suhu udara dengan selisih 0.86°C dari nilai yang sebenarnya, Nilai MSE sebesar 1.33 menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan prediksi model kuadrat adalah 1.33 derajat. Nilai RMSE sebesar 1.15 menunjukkan bahwa akar rata-rata kesalahan prediksi model kuadrat adalah 1.15°C .

```
intercept: 0.08208435009259318
koefisien [1.11976401]
```

Gambar 11. Nilai *intercept* dan koefisien

Pada Gambar 11 terlihat hasil dari analisis regresi linear dari nilai *intercept* dan koefisien data, Nilai *intercept* sebesar 0.0821 menunjukkan bahwa ketika suhu air tidak mengalami penurunan atau suhu air bernilai 0, suhu udara rata-rata adalah 0.0821°C . Koefisien regresi sebesar 1.12 menunjukkan bahwa untuk setiap penurunan 1°C suhu air (X), suhu udara rata-rata (Y) akan turun 1.12°C . Nilai koefisien yang positif menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang positif antara penurunan suhu air dan penurunan suhu udara. Artinya, semakin rendah suhu air yang digunakan, semakin rendah pula suhu udara yang dihasilkan oleh sistem pengkabutan otomatis.

```
Linear Regression R squared of the test set is: 0.86
```

Gambar 12. Nilai *r-squared*

Pada Gambar 12 terlihat hasil dari analisis regresi linear dari nilai *r-squared* data Nilai *r-squared* sebesar 0.86 menunjukkan bahwa model regresi ini mampu menjelaskan 86% variasi suhu udara yang diamati. Hal ini menunjukkan bahwa model ini cukup baik dalam memprediksi perubahan suhu udara berdasarkan perubahan suhu air.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem otomatisasi dan monitoring suhu udara serta suhu air

berbasis IoT pada lahan budidaya tanaman hidroponik dengan menggunakan mikrokontroller ESP32 dan aplikasi *mobile* telah berhasil dibuat dan digunakan di Rh Farm Bogor.

Alat ini dapat mengatur suhu air dan suhu udara secara signifikan. hasil dari analisis regresi linear dari nilai *r squared* data Nilai *r squared* sebesar 0.86 menunjukkan bahwa model regresi ini mampu menjelaskan 86% variasi suhu udara yang diamati. Koefisien regresi sebesar 1.12 menunjukkan bahwa untuk setiap penurunan 1°C suhu air (X), suhu udara rata-rata (Y) akan turun 1.12°C . Nilai koefisien yang positif menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang positif antara penurunan suhu air dan penurunan suhu udara. Artinya, semakin rendah suhu air yang digunakan, semakin rendah pula suhu udara yang dihasilkan oleh sistem pengkabutan otomatis.

Hal ini menunjukkan bahwa model ini cukup baik dalam memprediksi perubahan suhu udara berdasarkan perubahan suhu air. Data nilai suhu udara, suhu air, kelembapan udara dapat dilihat melalui LCD i2c maupun aplikasi hygrow tanpa mengkhawatirkan jarak.

Daftar Pustaka

- Asmana, M. S., Abdullah, S. H., & Putra, G. M. D. (2017). Analisis Keseragaman Aspek Fertigasi Pada Desain Sistem Hidroponik Dengan Perlakuan Kemiringan Talang. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 5(1), 303–315.
- Chairurrafi, M. R., Fitriyah, H., & Prasetyo, B. H. (2022). Sistem Kendali Level dan Suhu Air pada Hidroponik menggunakan Sensor Ultrasonik, Sensor Suhu, dan Arduino dengan Metode Regresi Linier. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 6(1), 305. <http://j-ptik.ub.ac.id>
- Huda, M. B. R., & Kurniawan, W. D. (2022). Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor

- Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 7(2), 18–23. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jurnal-rekayasa-mesin/article/view/47897/39982>
- Kurniawan, M. A., Irawan, D., & Astutik, R. P. (2023). Rancang Bangun Alat Pengering Gabah Menggunakan Sensor Dht-21 Berbasis Mikro Kontroler Arduino Mega 2560. *E-Link: Jurnal Teknik Elektro Dan Informatika*, 18(2), 59. <https://doi.org/10.30587/e-link.v18i2.6407>
- Mahanin Tyas, U., Apri Buckhari, A., Studi Pendidikan Teknologi Informasi, P., & Studi Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, P. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital. *TEKNOS: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi*, 1(1), 1–9.
- Malahella, A. H., Arwani, I., & Tibyani. (2020). Pemanfaatan Framework React Native dalam Pengembangan Aplikasi Pemesanan Minuman Kopi pada Kedai Bycoffee. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 4(9), 3178–3184.
- Munandar, A., Kurniawan, H., & Malahayati, M. (2019). Pengaruh Penggunaan Software Eagle Pada Mata Pelajaran Menggambar Teknik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X Di SMK Negeri 2 Banda Aceh. *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, 3(2), 96. <https://doi.org/10.22373/crc.v3i2.5124>
- Nendya, M. B., Susanto, B., Tamtama, G. I. W., & Wijaya, T. J. (2023). Desain Level Berbasis Storyboard Pada Perancangan Game Edukasi Augmented Reality Tap The Trash. *Fountain of Informatics Journal*, 8(1), 1–6. <https://doi.org/10.21111/fij.v8i1.8836>
- Ngadimon, K., Basharie, S. M., Othman, K., & Raman, T. A. / L. (2021). Lighting and Air Temperature Monitoring and Control of Hydroponic System using Internet of Things (IoT). *Publisher.Uthm.Edu.My*, 2(1), 266–276. <https://publisher.uthm.edu.my/periodicals/index.php/mari/article/view/382>
- Rahmad Doni, M. R. (2020). Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266. *Sains Komputer & Informatika*, 1–7. <https://doi.org/10.1161/CIRCRESAHA.112.270033>
- Saragih, F. D., Fa, A. S., & Witanto, Y. (2022). Pengaruh Variasi Infill Dan Speed Printing Terhadap Sifat Mekanik Additive Manufacturing. *Rekayasa Mekanika*, 6(2), 71–76.
- Setiawan, H., Pratama, A., Rina, & Diratama, M. Y. (2022). Model 3D Roda Gigi Heliks Berbasis Script Menggunakan Software Autodesk Fusion 360. *Rotasi*, 24(1), 8–15.
- Sinaga, H. D. E., & Irawati, N. (2018). Perbandingan Double Moving Average dengan Double Exponential Smoothing pada Peramalan Bahan Medis Habis Pakai. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi*, 4(2), 197–204.
- Sugiyatno. (2023). Pengiriman Informasi Real Time Menggunakan Teknologi Database Firebase pada Aplikasi Mobile Android. *Jurnal Informatika Komputer, Bisnis Dan Manajemen*, 21(2), 46–55. <https://doi.org/10.61805/fahma.v21i2.17>
- Wagyana, A. (2019). Prototipe Modul Praktik untuk Pengembangan Aplikasi Internet of Things (IoT). *Setrum : Sistem Kendali-Tenaga-Elektronika-Telekomunikasi-Komputer*, 8(2), 238. <https://doi.org/10.36055/setrum.v8i2.6561>
- Yudiyanto, E., Adiwidodo, S., Takwim, R. N. A., Teknik, J., Politeknik, M., Malang, N., Sukarno, J., No, H., & Indonesia, M. (2020). P-31 Pemanfaatan Peltier Sebagai Sistem Pendinginan Untuk Medicine Cooler Box Utilization of Peltier As a Cooling System for Medicine Cooler Box. *Snitt*, 213–218.