

**IMPLEMENTASI LONG SHORT-TERM MEMORY
(LSTM) PADA SISTEM PEMANTAUAN DAN
PREDIKSI SUHU DAN KELEMBAPAN
LINGKUNGAN SUNGAI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknik Elektronika Fakultas Vokasi Universitas Negeri
Yogyakarta



Oleh:
MOHAMMAD NURDIN PRASTYA HERMANSAH
NIM 2040507334047

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS VOKASI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2025**

**IMPLEMENTASI LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM)
PADA SISTEM PEMANTAUAN DAN PREDIKSI SUHU DAN
KELEMBAPAN LINGKUNGAN SUNGAI**

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta Untuk Memenuhi
Sebagai Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Terapan

Oleh:

Mohammad Nurdin Prastyo Hermansah
2040507334047

Pembimbing:

Gilang Nugraha Putu Pratama, S.Si., M.Eng.

**PRODI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS VOKASI
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2025**

Implementasi Long Short-Term Memory (LSTM) pada Sistem Pemantauan dan Prediksi Suhu dan Kelembapan Lingkungan Sungai

Oleh

Mohammad Nurdin Prastyo Hermansah

NIM: 2040507334047

ABSTRAK

Air adalah salah satu sumber kehidupan yang sangat penting bagi makhluk hidup oleh karena itu kualitas air khususnya air sungai perlu dipantau secara berkala untuk menjaga kualitasnya. Salah satu parameter penting dalam menilai kualitas air sungai bisa dilihat dari suhu air, namun suhu air ini memiliki hubungan yang erat dengan suhu udara dan kelembapan udara dimana suhu udara yang sangat tinggi atau rendah dapat mempengaruhi suhu air sungai yang pada gilirannya dapat memengaruhi organisme yang hidup di dalamnya. Selain itu kelembapan udara juga memainkan peran penting dalam proses penguapan air yang dapat memengaruhi suhu air. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem pemantauan dan prediksi suhu udara, kelembapan udara, serta suhu air sungai sebagai bagian dari upaya menjaga kualitas air.

Untuk menyelesaikan masalah ini, penelitian mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT), website, dan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM). Teknologi IoT digunakan untuk mengumpulkan data suhu udara, suhu air, dan kelembapan udara secara real-time, yang kemudian ditampilkan melalui website sebagai media visualisasi data. Metode LSTM diterapkan untuk memprediksi tren perubahan suhu dan kelembapan berdasarkan data historis. LSTM dipilih karena kemampuannya dalam memproses data deret waktu yang memiliki pola kompleks. Model pelatihan dilakukan untuk mengeksplorasi hubungan antara suhu udara, kelembapan udara, dan suhu air sungai.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem berhasil memantau suhu dan kelembapan serta suhu air sungai dengan baik. Pengujian model LSTM memberikan hasil yang baik dengan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 0,08 untuk prediksi suhu udara, 0,09 untuk kelembapan udara, dan 0,09 untuk suhu air. Selain itu skor korelasi sebesar 0,85 antara suhu udara dan suhu air serta -0,76 antara kelembapan udara dan suhu air menunjukkan hubungan signifikan antara parameter-parameter tersebut. Temuan ini membuktikan bahwa suhu dan kelembapan udara memiliki pengaruh besar terhadap kualitas suhu air sungai.

Kata kunci: Kualitas Air, Sistem Monitoring, Suhu dan kelembaban, IoT, *Long Short-Term Memory* (LSTM).

Implementation of Long Short-Term Memory (LSTM) in the River Environmental Temperature and Humidity Monitoring and Prediction System

by:

Mohammad Nurdin Prastyo Hermansah

NIM: 2040507334047

ABSTRACT

Water is one of the most essential resources for living beings; therefore, the quality of water, especially river water, must be regularly monitored to maintain its standards. One important parameter for assessing river water quality is water temperature, which has a strong relationship with air temperature and humidity. Extreme air temperatures can influence river water temperature, which in turn affects the organisms living within it. Additionally, air humidity plays a crucial role in the evaporation process, which can impact water temperature. This study focuses on developing a monitoring and prediction system for air temperature, air humidity, and river water temperature as part of efforts to maintain water quality.

To address this issue, the study integrates Internet of Things (IoT) technology, a web platform, and the Long Short-Term Memory (LSTM) method. IoT technology is employed to collect real-time data on air temperature, water temperature, and air humidity, which are then visualized through a web interface. The LSTM method is applied to predict trends in temperature and humidity changes based on historical data. LSTM was chosen for its capability to process time-series data with complex patterns. The training model explores the relationships between air temperature, air humidity, and river water temperature.

The study's findings demonstrate that the system successfully monitors air temperature, humidity, and river water temperature effectively. The LSTM model testing yielded promising results, with Root Mean Square Error (RMSE) values of 0.08 for air temperature prediction, 0.09 for air humidity, and 0.09 for water temperature. Additionally, a correlation score of 0.85 between air and water temperature and -0.76 between air humidity and water temperature indicates significant relationships among these parameters. These findings confirm that air temperature and humidity significantly impact river water temperature quality.

Key words: Water Quality, Monitoring System, Temperature and Humidity, IoT, Long Short-Term Memory (LSTM),

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini saya:

Nama : Mohammad Nurdin Prasty Hermansah
NIM : 2040507334047
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektronika
Judul Tugas Akhir : Implementasi Long Short-Term Memory (LSTM)
pada Sistem Pemantauan dan Prediksi Suhu dan
Kelembapan Lingkungan Sungai

menyatakan bahwa tugas akhir ini benar-benar karya saya sendiri*). Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Wates, 19 Pebruari 2025
Yang menyatakan,

Mohammad Nurdin Prasty Hermansah
NIM. 2040507334047

LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir dengan Judul

IMPLEMENTASI LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) PADA SISTEM PEMANTAUAN DAN PREDIKSI SUHU DAN KELEMBAPAN LINGKUNGAN SUNGAI

Disusun oleh:
Mohammad Nurdin Prastyo Hermansah
NIM 2040507334047

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dosen Pembimbing untuk dilaksanakan
Ujian Tugas Akhir bagi yang bersangkutan.

Wates, 19 Pebruari 2025

Mengetahui,
Koordinator Program Studi,

Disetujui,
Dosen Pembimbing TA,

Dr. Aris Nasuha, S.Si., M.T.
NIP. 196906151994031002

Gilang Nugraha Putu Pratama, S.Si.,
M.Eng.
NIP. 1199004062021071074

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir

IMPLEMENTASI LONG SHORT-TERM MEMORY (LSTM) PADA SISTEM PEMANTAUAN DAN PREDIKSI SUHU DAN KELEMBAPAN LINGKUNGAN SUNGAI

Disusun oleh:

**Mohammad Nurdin Prastyo Hermansah
NIM 2040507334047**

Telah dipertahankan di depan Tim Pengaji Tugas Akhir Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektronika Fakultas Vokasi Universitas Negeri Yogyakarta Pada tanggal 10 Januari 2025.

TIM PENGUJI

Nama/Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Gilang Nugraha Putu Pratama, S.Si., M.Eng. Ketua Penguji/Pembimbing	10 Januari 2025
Dr. Aris Nasuha, S.Si., M.T. Sekretaris	10 Januari 2025
Moh Alif Hidayat Sofyan, M.Pd. Penguji	10 Januari 2025

Wates, 10 Januari 2025
Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,

Prof. Dr. Komarudin, S.Pd., M.A.
NIP. 197409282003121002

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur dan penuh bahagia tugas akhir ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT karena atas berkat dan rahmatnya saya dapat melewati semua ini dari masa terpuruk hingga bangkit.
2. Kedua orang hebat dalam hidup saya, Ayahanda dan Ibunda. Keduanya lah yang membuat segalanya menjadi mungkin sehingga saya bisa sampai pada tahap di mana skripsi ini akhirnya selesai. Terima kasih atas segala pengorbanan, nasihat dan doa baik yang tidak pernah berhenti kalian berikan kepadaku. Aku selamanya bersyukur dengan keberadaan kalian sebagai orangtua ku.
3. Dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, ilmu, dan arahan yang sangat berharga selama proses penyusunan tugas akhir ini.
4. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah membantu dan mendukung dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan menjadi langkah awal untuk pencapaian lebih baik di masa mendatang. Terima kasih dan salam sejahtera untuk kita semua.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan.

Tugas Akhir ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkennaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Gilang Nugraha Putu Pratama, S.Si., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing TA yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Gilang Nugraha Putu Pratama, S.Si., M.Eng., Dr. Aris Nasuha, S.Si., M.T., Moh Alif Hidayat Sofyan, M.Pd. selaku Ketua Pengaji, Sekretaris, dan Pengaji yang sudah memberikan koreksi perbaikan secara komprehensif terhadap TA ini.
3. Dr. Aris Nasuha, S.Si., M.T. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektronika beserta dosen dan staf yang telah memberikan bantuan dan fasilitas selama proses penyusunan pra proposal sampai dengan selesaiannya TA ini.
4. Semua pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir ini.

Akhirnya, semoga segala bantuan yang telah berikan semua pihak di atas menjadi amalan yang bermanfaat dan mendapatkan balasan dari Allah SWT dan Tugas Akhir ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Wates, 10 Januari 2025

Mohammad Nurdin Prastyo Hermansah
2040507334047

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
LEMBAR PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR SINGKATAN	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Identifikasi Masalah	2
C. Batasan Masalah	3
D. Rumusan Masalah	3
E. Tujuan	4
F. Manfaat	4
G. Keaslian Gagasan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Sungai	7
B. Internet Of Things (IoT)	7
C. Website	8
D. Visual Studio Code	9
E. LSTM	10
F. Python	10
G. Google Colabs	10
H. ESP 32	11
I. Sensor DHT22	12
J. Sensor Ds18b20	13
K. LCD 16X2	13
L. Modul Charger TP4056	14
M. Baterai Li-ion (Lithium-ion) i8600	15
N. Fusion 360	15
O. Eagle	16
P. Arduino IDE	16
BAB 3 KONSEP RANCANGAN ALAT DAN PENGUJIAN	18
A. Waktu Dan Tempat Penelitian	18

B.	Tahapan Penelitian	18
1.	Studi Literatur	19
2.	Identifikasi Masalah	20
3.	Perancangan	20
4.	Manufakturing	20
5.	Assembly	21
6.	Pengujian Alat	21
7.	Pengumpulan Data	21
8.	Implementasi LSTM	22
C.	Identifikasi Kebutuhan	23
1.	Kebutuhan Software	23
2.	Kebutuhan Hardware	23
3.	kebutuhan Alat	24
D.	Rancangan Hardware	25
1.	Rancangan Hardware Mekanik	25
2.	Rancangan Hardware Elektrikal	27
3.	Rancangan Hardware Programing	31
E.	Rancangan Software	32
F.	Rancangan Pengujian	38
1.	Rancangan Pengujian Sensor DHT22 dan DS18b20	38
2.	Rancangan Pengujian Pengiriman Data	39
3.	Rancangan Pengujian Website	39
4.	Rancangan Pengujian Model LSTM	41
5.	Rancangan Pengujian Hubungan antara suhu dan kelembaban udara dengan suhu air	42
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A.	Pembuatan Hardware Alat	44
1.	Pembuatan Box Alat (Mechanical)	44
2.	Pembuatan Hardware Elektrikal	45
3.	Pembuatan Program Hardware	48
B.	Pembuatan Software	50
1.	Pembuatan Website	50
2.	Pembuatan Model LSTM	53
C.	Pengerjaan Pengujian	56
1.	Hasil Pengujian Sensor	56
2.	Hasil Pengujian Kirim Data	60
3.	Hasil Pengujian Webiste	60
4.	Hasil Pengujian Model LSTM	61
5.	Hasil Pengujian Uji Korelasi Hubungan antara suhu dan kelembaban udara dengan suhu air	64
BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	68
A.	Kesimpulan	68
B.	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	70	
LAMPIRAN A KODE PROGRAM	72	

Lampiran A.1. Program Pembacaan Sensor DHT22 Dan Ds18b20	72
Lampiran A.2. Program Website	72
Lampiran A.3. Program LSTM	72
Lampiran A.4. Program Uji Korelasi	72
LAMPIRAN B TEKNIK	73
Lampiran B.1. Rancangan Hardware Elektrikal	73
Lampiran B.2. Rancangan Mechanical	73
LAMPIRAN C GAMBAR-GAMBAR	74
Lampiran C.1. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Perakitan Alat	74
Lampiran C.2. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir UJI Alat	75
Lampiran C.3. Foto Lokasi Kegiatan Proyek Akhir Lokasi 1	76
Lampiran C.4. Foto Lokasi Kegiatan Proyek Akhir Lokasi 2	77
Lampiran C.5. Foto Lokasi Kegiatan Proyek Akhir Lokasi 3	78
Lampiran C.6. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Pengujian Kelembaban Sensor	79
Lampiran C.7. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Pengujian Suhu Udara Sensor	79
Lampiran C.8. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Pengujian Suhu Air Sensor	80

DAFTAR SINGKATAN

LSTM	:	Long Short-Term Memory
IoT	:	Internet Of Things
RNN	:	Recurrent Neural Network
PCB	:	Printed Circuit Board
Xampp	:	X (cross platform), A (Apache), M (MySQL/MariaDB), P (PHP), dan P (Perl)
LCD	:	Liquid Crystal Display
URL	:	Uniform Resource Locator
HTTP	:	Hyper Text Transfer Protokol
IDE	:	Integrated Development Environment
PHP	:	Hypertext Preprocessor
CAD	:	Computer-Aided Design
EDA	:	Electronic design automation

DAFTAR GAMBAR

1.1	Gambar Ilustrasi iklim lingkungan sungai	1
2.1	Gambar ilustrasi ekosistem sungai.....	7
2.2	Gambar Website Monitoring Suhu Dan Kelembaban Udara Serta Suhu Air.....	8
2.3	Gambar Pemrograman Pada Visual Studio Code	9
2.4	Gambar Pemrograman Pada Aplikasi Google Colab.....	11
2.5	Gambar ESP32	12
2.6	Gambar sensor DHT22.....	13
2.7	Gambar sensor Ds18b20	13
2.8	Gambar LCD 16x2	14
2.9	Gambar modul charger TP4056	14
2.10	Gambar Baterai Li-ion 18600.....	15
2.11	Gambar Aplikasi Fusion 360	15
2.12	Gambar Aplikasi Eagle	16
2.13	Gambar Aplikasi Arduino IDE.....	17
3.1	Gambar flowchart tahapan penelitian	19
3.2	Gambar box alat	26
3.3	Gambar potongan box alat	27
3.4	Gambar Skematik Alat	28
3.5	Gambar Desain PCB	30
3.6	Gambar Desain 3D PCB	30
3.7	Gambar Flowchart Hardware program	31
3.8	Gambar Desain Website Login User.....	32
3.9	Gambar Visualisasi Data	33
3.10	Gambar Setingan Xampp.....	34
3.11	Gambar Tampilan Database	35
3.12	Gambar Rumus RMSE.....	37
3.13	Gambar Rumus MSE	37
3.14	Gambar rumus uji korelasi.....	43
4.1	Gambar Proses Desain Box Alat	44
4.2	Gambar Alat AquaSense	45
4.3	Gambar PCB Tampak Atas	46
4.4	Gambar PCB Tampak Bawah	46
4.5	Gambar Hasil Soldering Komponen	47
4.6	Gambar PCB Selesai Perakitan	48
4.7	Gambar Code Program Dengan Software Arduino IDE.....	48
4.8	Gambar Running Program.....	49
4.9	Gambar Program Frontend Website	50
4.10	Gambar Program Terima Data	51
4.11	Gambar Program Penampil Data Table	51

4.12 Gambar Program Visualisasi Data.....	52
4.13 Gambar Website AquaSense Monitoring Suhu Dan kelembaban.....	52
4.14 Gambar Data Table Website AquaSense Monitoring Suhu Dan kelembaban.....	53
4.15 Gambar Visualisasi Data Website AquaSense Monitoring Suhu Dan kelembaban	53
4.16 Gambar Hasil Pelatihan Model LSTM EPOCH 30	54
4.17 Gambar Grafik Perbandingan Nilai Actual Dan prediksi Suhu udara .	55
4.18 Gambar Grafik Perbandingan Nilai Actual Dan prediksi Kelembaban udara.....	55
4.19 Gambar Grafik Perbandingan Nilai Actual Dan prediksi Suhu Air ...	56
4.20 Gambar Hasil Pengiriman Data Ke Database	60
4.21 Gambar Hasil Terima Data Pada Table	61
4.22 Gambar Skor Uji Korelasi Suhu Udara Dengan Suhu Air	64
4.23 Gambar Hasil Uji Korelasi Suhu Udara Dengan Suhu Air.....	65
4.24 Gambar Skor Uji Korelasi Kelembaban Udara Dengan Suhu Air	65
4.25 Gambar Hasil Uji korelasi Kelembaban Udara Dengan Suhu Air	66

DAFTAR TABEL

3.1	Tabel Kebutuhan Software	23
3.2	Tabel Kebutuhan Hardware	24
3.3	Tabel Kebutuhan Alat	25
3.4	Tabel Pengujian Sensor DHT22 dan DS18b20	38
3.5	Tabel Pengujian Dengan Thermometer	38
3.6	Tabel Pengujian Kirim Data	39
3.7	Tabel Pengujian Terima Data	40
3.8	Tabel Pengujian Suhu Udara	41
3.9	Tabel Pengujian Kelembaban Udara	41
3.10	Tabel Pengujian Suhu Air	42
4.1	Tabel Skor RMSE dan MSE suhu udara	54
4.2	Tabel Skor RMSE dan MSE kelembaban udara	55
4.3	Tabel Skor RMSE dan MSE suhu air	56
4.4	Tabel Pengujian Suhu Sensor DHT22 Vs Termometer	57
4.5	Tabel Pengujian Kelembaban Sensor DHT22 Vs Hygrometer Termometer	58
4.6	Tabel Pengujian Suhu Air Sensor Ds18b20 Vs Termometer	59
4.7	Tabel Setingen Parameter Model LSTM	62
4.8	Tabel Data Asli Dan Prediksi Suhu Udara	63
4.9	Tabel Data Asli Dan Prediksi kelembaban Udara	63
4.10	Tabel Data Asli Dan Prediksi Suhu Air	64

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Latar belakang pada penelitian ini berfokus pada pemantauan dan prediksi suhu dan kelembaban lingkungan sungai. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas air sungai itu bagus atau buruk terdapat pada suhu air, namun suhu air sungai sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya, terutama oleh parameter suhu dan kelembapan udara. (Yolanda, 2023). Suhu air sungai yang tidak seimbang dengan suhu udara dapat menandakan adanya perubahan iklim atau aktivitas manusia yang memengaruhi keseimbangan alam (Sirajuddin et al., 2023).



Gambar 1.1 Gambar Ilustrasi iklim lingkungan sungai

Suhu udara yang lebih tinggi cenderung meningkatkan suhu air sungai, terutama pada saat panas. Radiasi matahari yang intensif juga memainkan peran dalam pemanasan air sungai. Kelembapan udara mempengaruhi laju penguapan dari permukaan air sungai. Ketika kelembapan udara rendah, penguapan meningkat, yang dapat menyebabkan penurunan suhu air karena hilangnya energi panas. Hujan deras yang dingin dapat menyebabkan penurunan suhu air sungai secara tiba-tiba yang disebut *thermal shock*, oleh karena itu, pemantauan suhu dan kelembaban di lingkungan sungai sangat penting untuk memahami dinamika perubahan suhu air sungai. (Firmansyah, 2019).

Untuk memantau kondisi lingkungan sekitar sungai secara akurat, sistem monitoring berbasis teknologi IoT (Internet of Things) telah menjadi solusi yang efektif. IoT memungkinkan pengumpulan data secara otomatis melalui sensor DHT22 dan Ds18b20 lalu penggunaan ESP32 sebagai mikrokontroler yang terhubung ke internet, sehingga memudahkan pengawasan lingkungan sungai secara jarak jauh (Astari and Rohmah, 2023). Dengan menggunakan teknologi IoT data dapat dikirimkan ke website untuk dianalisis dan dipantau secara akurat.

Data yang terkumpul dalam website dilakukan pelatihan dengan metode *Long Short-Term Memory* (LSTM). LSTM adalah sebuah komponen dari keluarga *Recurrent Neural Network* (RNN) atau penyempurnaannya. Jaringan LSTM unggul dalam menangani beragam data deret waktu. Dalam projek ini LSTM digunakan untuk memperkirakan tren perubahan suhu dan kelembaban udara lingkungan sungai dan juga untuk memperkirakan tren perubahan suhu air sungai. Dengan memanfaatkan LSTM, sistem monitoring tidak hanya dapat melakukan pemantauan tapi juga dapat memberikan prediksi yang lebih akurat tentang perubahan suhu dan kelembaban lingkungan sungai, yang pada gilirannya dapat membantu dalam pemantauan kualitas air sungai secara lebih efektif (Amir et al., 2024).

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, berikut adalah identifikasi masalah yang mendasari penelitian ini:

1. Keterbatasan dalam pemantauan suhu dan kelembaban hal itu karena tidak adanya alat yang terintegrasi untuk memantau ketiga parameter tersebut secara real-time menggunakan teknologi IoT dan website.
2. Kesulitan dalam prediksi kondisi lingkungan karena tidak tersedia metode prediksi yang akurat untuk memproyeksikan tren suhu dan kelembaban di lingkungan sungai.
3. Kurangnya pendekatan berbasis data untuk evaluasi kualitas suhu air hal itu

karena belum ada sistem yang dapat secara otomatis mengidentifikasi selisih suhu air dan faktor lingkungan sekitarnya untuk menentukan kualitas air.

4. Adanya Perubahan Suhu Mendadak, perubahan suhu mendadak seperti dari cuaca cerah lalu hujan atau sebaliknya dapat menyebabkan *thermal shock* yang berdampak terhadap perubahan suhu air sungai.

C. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan berfokus pada monitoring suhu dan kelembaban air di sungai menggunakan sensor DHT22 dan DS18B20 lalu mikrokontroler ESP32 yang terhubung ke platform web sebagai interface.
2. Pengembangan sistem akan menggunakan algoritma peramalan LSTM untuk memberikan prediksi suhu dan kelembaban secara lebih akurat, dengan data yang diambil dari sensor dan disajikan dalam bentuk visualisasi pada web.
3. Pengujian sistem monitoring ini dilakukan pada sungai dengan kondisi lingkungan secara terbatas.
4. Data akan dikumpulkan selama periode penelitian dengan pola pengukuran yang random perhari dan interval pengambilan data 30 detik hal itu karena keterbatasan alat.
5. Penelitian ini berfokus untuk memantau hubungan antara parameter suhu dan kelembaban udara dengan suhu air.
6. Penelitian ini membatasi kriteria kualitas air yang dipantau berdasarkan selisih suhu antara air sungai dengan suhu udara di sekitarnya serta mempertimbangkan kelembaban udara sebagai faktor pendukung. Selisih suhu ini dijadikan parameter utama untuk menilai kualitas air.

D. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara membuat alat pengukuran suhu dan kelembaban udara serta

- suhu air dengan memanfaatkan teknologi IoT?
2. Bagaimana cara menerapkan LSTM yang digunakan untuk memprediksi perubahan suhu dan kelembaban lingkungan sungai?
 3. Apa pengaruh perubahan suhu dan kelembaban udara terhadap perubahan suhu air sungai?

E. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membuat alat pengukuran suhu kelembaban udara dan suhu air dengan memanfaatkan teknologi IoT.
2. Membuat sistem prediksi suhu kelembaban udara dan suhu air dengan metode LSTM.
3. Membuktikan hubungan antara suhu dan kelembaban udara dengan suhu air.

F. Manfaat

Skripsi atau proyek akhir memiliki manfaat yang sangat penting bagi mahasiswa dan lingkungan akademik, antara lain:

1. Meningkatkan kemampuan akademik: Dalam menyelesaikan skripsi atau proyek akhir, mahasiswa harus melakukan penelitian secara mandiri dan mengembangkan kemampuan akademik dalam memilih topik, melakukan literatur, merencanakan dan mengelola penelitian, mengolah dan menganalisis data, serta menyusun laporan secara sistematis dan terstruktur.
2. Meningkatkan keterampilan praktis: Pengembangan alat pada skripsi atau proyek akhir membutuhkan penerapan pengetahuan teoritis dan praktek, serta kemampuan dalam merancang, membangun, dan menguji alat.
3. Berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi: Hasil dari penelitian skripsi atau proyek akhir dapat memberikan kontribusi baru pada pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang tertentu.
4. Menjadi nilai tambah pada karir profesional: Laporan skripsi atau proyek

akhir dapat menjadi bukti keahlian, keberanian, dan tanggung jawab seseorang dalam menyelesaikan sebuah proyek yang berdampak pada karir profesional di masa depan.

5. Memberikan solusi pada masalah nyata: Dalam beberapa kasus, skripsi atau proyek akhir dapat memberikan solusi pada masalah nyata yang dihadapi oleh masyarakat atau industri tertentu, sehingga hasil penelitian dapat bermanfaat bagi masyarakat secara langsung.
6. Pengembangan alat pada skripsi atau proyek akhir dapat memberikan manfaat tambahan pada mahasiswa dan lingkungan akademik, yaitu dapat menghasilkan produk atau alat yang dapat digunakan untuk penelitian, industri, atau pengembangan teknologi lainnya, sehingga memberikan kontribusi yang lebih besar pada masyarakat dan dunia industri.

G. Keaslian Gagasan

Tugas akhir dengan judul "Implementasi Long Short-Term Memory (LSTM) pada Sistem Pemantauan dan Prediksi Suhu dan Kelembapan Lingkungan Sungai" merupakan hasil pengembangan alat dan metode dari penelitian yang sudah ada sebelumnya. Penelitian yang dijadikan acuan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian Firmansyah (2019) dengan judul "Monitoring Kualitas Air Kolam Pemberian Ikan Koi Berbasis IoT" yang menggunakan teknologi IoT untuk memantau kualitas air kolam. Penelitian ini hanya menampilkan data secara real-time di website tanpa pengolahan lebih lanjut menggunakan algoritma prediksi seperti Long Short-Term Memory (LSTM).
2. Penelitian Astari and Rohmah (2023) dengan judul "Sistem Monitoring Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele dengan IoT", yang menggunakan IoT untuk memantau kualitas air melalui LCD 16x2. Namun, penelitian ini tidak memanfaatkan website sebagai antarmuka visualisasi data dan tidak ada implementasi algoritma prediksi LSTM.
3. Penelitian (Alfirmasyah et al., 2022) dengan judul "Analisis Kualitas

Pencemaran Air Sungai Rawas Kabupaten Musi Rawas Utara”, yang berfokus pada analisis kualitas pencemaran air sungai. Penelitian ini tidak menggunakan teknologi IoT maupun algoritma prediksi seperti LSTM untuk pengolahan data.

4. Penelitian (PANDIANGAN et al., 2023) dengan judul ”Penelitian Parameter Kualitas Air”, yang meneliti parameter kualitas air secara manual tanpa menggunakan teknologi IoT, website, atau algoritma prediksi seperti LSTM.
5. Penelitian Rianto et al. (2023) dengan judul ”Perancangan Monitoring Limbah Air Sungai Bengawan Solo”, yang memanfaatkan IoT untuk memantau parameter pH limbah sungai. Namun, penelitian ini tidak mencakup parameter suhu dan kelembapan, serta tidak menggunakan algoritma prediksi LSTM. Visualisasi data dilakukan melalui platform Thingspeak.

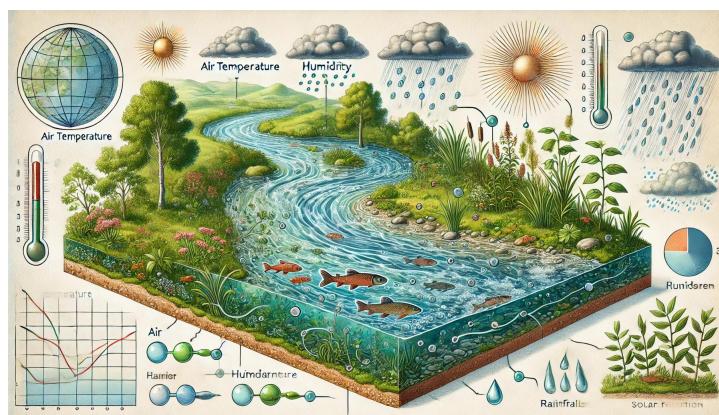
Keaslian gagasan dalam penelitian ini terletak pada integrasi teknologi IoT, algoritma LSTM, dan antarmuka website untuk membangun sistem pemantauan dan prediksi yang terintegrasi. Sistem ini tidak hanya memantau suhu dan kelembapan lingkungan sungai secara real-time, tetapi juga mampu memprediksi tren data untuk mendukung pengambilan keputusan terkait pengelolaan kualitas air sungai.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Sungai

Sungai merupakan bagian penting dari ekosistem yang menyediakan habitat bagi berbagai makhluk hidup, termasuk ikan, mikroorganisme, dan tumbuhan air (Syarifudin et al., 2017). Suhu air pada sungai merupakan parameter fisik terpenting yang mempengaruhi kualitas ekosistem air tawar, Namun suhu air ini sangat dipengaruhi oleh faktor cuaca seperti suhu udara, kelembapan, pola hujan dan radiasi matahari (Yolanda, 2023).



Gambar 2.1 Gambar ilustrasi ekosistem sungai

Suhu air yang stabil mendukung keberlangsungan ekosistem sungai. Di sisi lain perubahan iklim saat ini mempengaruhi terjadinya kenaikan suhu secara global dan menggangu siklus pola hujan. Kondisi lingkungan yang secara tiba-tiba hujan atau sebaliknya serta telah terjadi pemanasan global yang berlebihan dapat menyebabkan *thermal shock* atau terjadi perubahan suhu air sungai secara tiba-tiba (Sirajuddin et al., 2023).

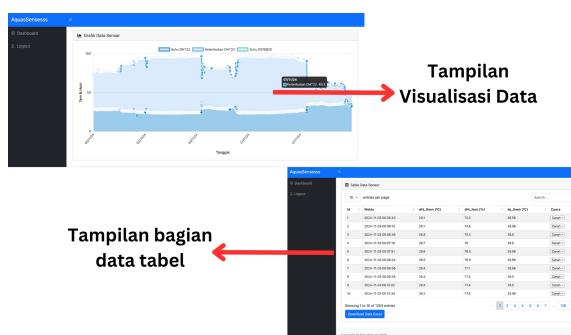
B. Internet Of Things (IoT)

Dalam penelitian ini, teknologi IoT berfungsi sebagai fondasi utama untuk mendukung pengumpulan dan pengelolaan data lingkungan secara efisien. IoT

digunakan untuk memantau suhu udara, kelembaban udara, dan suhu air secara real-time. Teknologi ini juga mendukung konektivitas perangkat ke server atau platform berbasis cloud untuk penyimpanan dan analisis data yang lebih lanjut. Dengan pengumpulan data yang terintegrasi, IoT mempermudah pengawasan kondisi lingkungan dan mengurangi kebutuhan pengukuran manual yang memakan waktu. Selain itu, data yang dihasilkan oleh perangkat IoT menjadi dasar bagi sistem prediksi berbasis metode LSTM, sehingga pola perubahan suhu dan kelembaban dapat dipahami dengan lebih akurat. Secara keseluruhan, IoT tidak hanya meningkatkan efisiensi proses pemantauan tetapi juga memberikan landasan yang kuat untuk analisis dan evaluasi kualitas suhu air secara komprehensif.

C. Website

Dalam penelitian ini, website berfungsi sebagai antarmuka utama untuk menampilkan, mengelola, dan menganalisis data yang dikumpulkan dari sistem berbasis IoT. Website memungkinkan pengguna untuk memantau suhu udara, kelembaban udara, dan suhu air secara real-time melalui tampilan yang mudah diakses dan *user friendly*. Data yang diperoleh dari perangkat IoT ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik atau visualisasi, sehingga memudahkan analisis tren perubahan kondisi lingkungan. Desain website pada projek tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar 2.2.



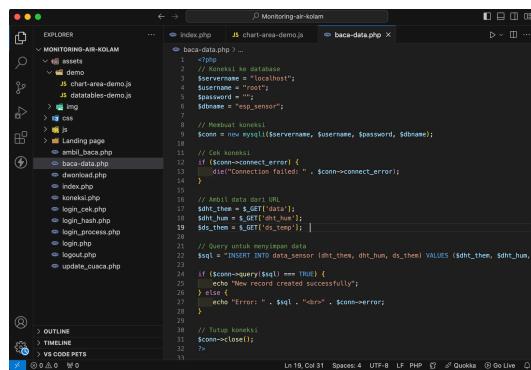
Gambar 2.2 Gambar Website Monitoring Suhu Dan Kelembaban Udara Serta Suhu Air

Selain itu, website juga berfungsi sebagai platform untuk menyimpan data historis, yang dapat diakses kapan saja untuk kebutuhan analisis lebih lanjut.

Secara keseluruhan, website berperan sebagai jembatan antara pengguna dan sistem IoT, menghadirkan informasi yang relevan dan mendukung tujuan penelitian secara efektif.

D. Visual Studio Code

Visual Studio adalah *Integrated Development Environment* (IDE) yang sering digunakan untuk membangun berbagai jenis aplikasi, termasuk website. Dalam penelitian Anda, Visual Studio dapat digunakan untuk mengembangkan website dengan memanfaatkan berbagai teknologi web seperti HTML, CSS, JavaScript, dan bahasa pemrograman *server side* seperti PHP atau Python. Contoh penerapan dan pemrograman pada aplikasi visual studio code seperti yang ditujukan pada gambar 2.3.



```
// Konfigurasi ke database
$servername = "localhost";
$username = "root";
$password = "";
$dbname = "esp_sensor";

// Membuat koneksi.
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);

// Cek koneksi.
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}

// Tampil data dari URL
$dht_type = $_GET['data'];
$dht_hum = $_GET['dht_hum'];
$dts_time = $_GET['ds_time'];

// Query untuk menyimpan data
$sql = "INSERT INTO data_sensor (dht_type, dht_hum, ds_time) VALUES ($dht_type, $dht_hum, $dts_time)";

if ($conn->query($sql) === TRUE) {
    echo "New record created successfully";
} else {
    echo "Error: " . $conn->error;
}

// Tutup koneksi
$conn->close();
}
```

Gambar 2.3 Gambar Pemrograman Pada Visual Studio Code

Visual Studio menyediakan berbagai fitur yang mendukung pengembangan website, seperti editor kode canggih, debugger, dan alat untuk integrasi dengan sistem manajemen basis data. Anda dapat membuat halaman statis maupun dinamis, serta menghubungkan website dengan server atau database yang diperlukan untuk sistem pemantauan dan prediksi suhu dan kelembaban lingkungan sungai. Visual Studio juga mendukung penggunaan framework seperti ASP.NET untuk membangun aplikasi web yang lebih kompleks dan skalabel.

E. LSTM

Dalam penelitian ini, *Long Short-Term Memory* (LSTM) berfungsi sebagai metode utama untuk memprediksi suhu udara, kelembaban udara, dan suhu air berdasarkan data historis yang diperoleh dari sistem IoT. LSTM, sebagai bagian dari deep learning, mampu menangkap pola dan hubungan jangka panjang dalam data yang bersifat time-series, seperti fluktuasi suhu dan kelembaban. Dengan keunggulannya dalam mengelola data non-linear dan kompleks, LSTM memberikan prediksi yang lebih akurat, membantu pengguna memahami tren perubahan lingkungan dan mendukung evaluasi kualitas suhu air secara lebih mendalam.

F. Python

Dalam penelitian ini, Python digunakan untuk mengimplementasikan metode LSTM dengan memanfaatkan beberapa library utama pertama ada TensorFlow digunakan untuk membangun, melatih, menguji model LSTM dan untuk mempermudah pengolahan data time-series secara efisien. kedua ada Matplotlib berperan dalam memvisualisasikan data historis dan hasil prediksi melalui grafik sehingga memudahkan analisis pola dan performa model. Library Pandas digunakan untuk membaca, memproses, dan mengelola dataset time-series, memungkinkan manipulasi data dengan mudah. Sementara itu, NumPy mendukung operasi numerik seperti normalisasi data dan pembuatan array yang kompatibel dengan TensorFlow. Kombinasi library ini memastikan proses implementasi LSTM berjalan optimal dari tahap persiapan data hingga evaluasi hasil.

G. Google Colabs

Google Colab, atau Google Colaboratory, adalah platform berbasis cloud yang disediakan oleh Google untuk menulis dan menjalankan kode Python secara interaktif. Dalam penelitian ini, Google Colab dapat berfungsi sebagai lingkungan

pengembangan yang praktis untuk mengimplementasikan metode LSTM, karena mendukung integrasi dengan library seperti TensorFlow, Pandas, NumPy, dan Matplotlib tanpa perlu instalasi perangkat lunak tambahan. Contoh penerapan dan pemrograman pada aplikasi visual studio code seperti yang ditujukan pada gambar

2.4.

The screenshot shows a Google Colab notebook titled "Program_LSTM_Final.ipynb". The code cell contains Python code for importing libraries (TensorFlow, matplotlib, pandas, numpy) and reading a CSV dataset named "data_sensor.csv". The dataset is renamed with columns: "dht_them (°C)" to "suhu udara", "dht_hum (%)" to "humidity", and "ds_them (°C)" to "suhu air". The last line of code is "data.head()", which displays the first five rows of the dataset:

	Id	Waktu	suhu udara	humidity	suhu air	Cuaca
0	1	03/11/2024 06:05	29.1	74.3	26.56	0
1	2	03/11/2024 06:06	29.1	74.6	26.56	0
2	3	03/11/2024 06:06	28.8	75.4	26.50	0
3	4	03/11/2024 06:07	28.7	76.0	26.50	0
4	5	03/11/2024 06:07	28.6	76.5	26.56	0

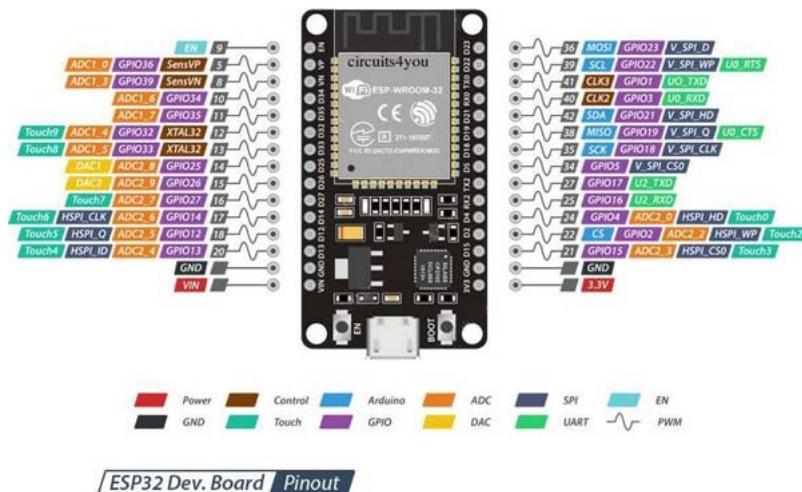
Gambar 2.4 Gambar Pemrograman Pada Aplikasi Google Colab

Google Colab memungkinkan eksekusi kode pada perangkat keras yang kuat, seperti GPU atau TPU, secara gratis, sehingga proses pelatihan model LSTM dapat berjalan lebih cepat dan efisien. Selain itu, fitur penyimpanan di Google Drive memungkinkan data dan kode penelitian tersimpan dengan aman serta dapat diakses kapan saja. Dengan antarmuka yang ramah pengguna dan kolaboratif, Google Colab mempermudah peneliti untuk mengembangkan, menguji, dan berbagi kode secara real-time.

H. ESP 32

Dalam penelitian ini ESP32 digunakan karena kemampuannya untuk menghubungkan sensor-sensor suhu udara, kelembaban udara, dan suhu air ke jaringan melalui Wi-Fi. ESP32 mampu melakukan pengumpulan data secara

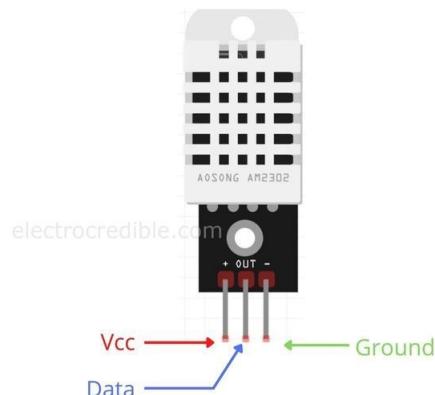
real-time. ESP32 juga memiliki daya rendah tapi kinerja tinggi dan dukungan untuk berbagai protokol komunikasi yang membuatnya ideal untuk aplikasi Internet of Things (IoT). Dengan kemudahan integrasi dan fleksibilitas dalam pengolahan data ESP32 menjadi pilihan yang efisien untuk memantau kondisi lingkungan sungai dan mengirimkan data ke sistem pusat untuk analisis lebih lanjut. Berikut pada gambar 2.5 spesifikasi ESP32 yang digunakan pada projek tugas akhir ini.



Gambar 2.5 Gambar ESP32

I. Sensor DHT22

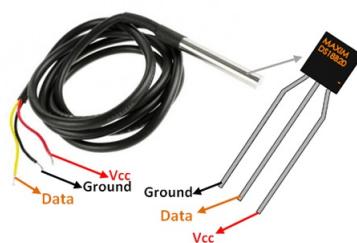
Adalah sensor digital yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan. Sensor ini memiliki rentang pengukuran suhu mulai dari -40°C hingga $+80^{\circ}\text{C}$ dengan akurasi pengukuran sebesar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya sensor ini memiliki rentang pengukuran kelembaban mulai dari 0% hingga 100% RH dengan akurasi $\pm 2\%$ hingga $\pm 5\%$ RH. Input dari sensor ini 3.3V hingga 5.5V dengan satu pin digital sebagai pin untuk mengirim data. Berikut pada gambar 2.6 spesifikasi DHT22 yang digunakan pada projek tugas akhir ini.



Gambar 2.6 Gambar sensor DHT22

J. Sensor Ds18b20

Adalah sensor suhu digital yang populer dalam IoT. Sensor ini dikenal karena akurasinya yang tinggi, kemudahan integrasi, serta kemampuannya untuk digunakan dalam berbagai kondisi lingkungan, termasuk media cair. Sensor ini memiliki rentang pengukuran suhu mulai dari -55°C hingga $+125^{\circ}\text{C}$ dan akurasi sebesar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada rentang -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$. Menggunakan protokol 1-Wire, sehingga hanya membutuhkan satu jalur data untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler untuk tegangan yang dibutuhkan 3.0V hingga 5.5V. Berikut pada gambar 2.7 spesifikasi Ds18b20 yang digunakan pada projek tugas akhir ini.

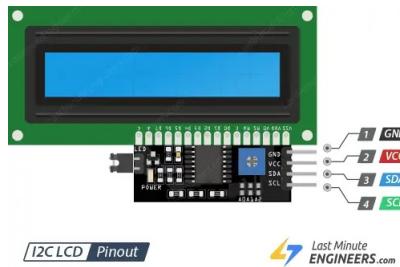


Gambar 2.7 Gambar sensor Ds18b20

K. LCD 16X2

Adalah layar tampilan berbasis teknologi *Liquid Crystal Display* (LCD) yang mampu menampilkan 2 baris teks dengan 16 karakter per baris. Layar ini sering digunakan untuk menampilkan informasi seperti data sensor, pesan status,

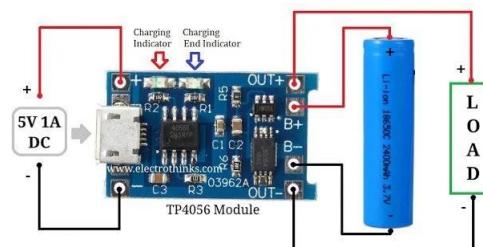
atau menu navigasi. Antarmuka Parallel Interface dengan 16 pin termasuk pin untuk kontrol data dan untuk daya tegangan minimum +5V. Jika menggunakan modul I2C jumlah pin berkurang menjadi 4 yaitu VCC, GND, SDA, dan SCL. Berikut pada gambar 2.8 spesifikasi LCD 16X2 yang digunakan pada projek tugas akhir ini.



Gambar 2.8 Gambar LCD 16x2

L. Modul Charger TP4056

Adalah modul pengisi daya yang dirancang untuk mengisi baterai *lithium-ion* (Li-Ion) atau lithium-polymer (LiPo). Modul ini memiliki kemampuan untuk mengatur pengisian secara otomatis atau disebut proteksi untuk mencegah overcharge, overdischarge dan short circuit. Berikut pada gambar 2.9 spesifikasi modul charger TP4056 yang digunakan pada projek tugas akhir ini.



Gambar 2.9 Gambar modul charger TP4056

Tegangan input modul ini mulai dari 4.5V hingga 5.5V dengan indikator merah ketika baterai habis dan biru ketika baterai sudah penuh. Modul ini memiliki 6 pin yaitu pin IN+, IN-, B+, B-, OUT+ dan OUT-.

M. Baterai Li-ion (Lithium-ion) i8600

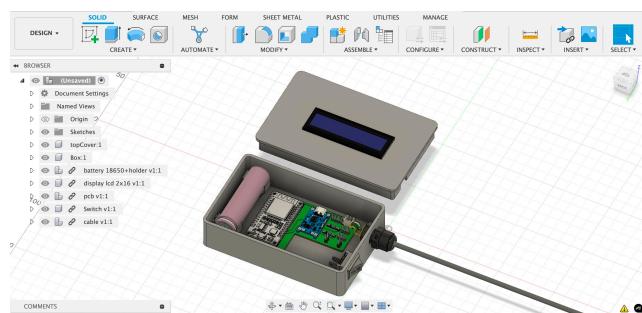
Adalah jenis baterai yang menggunakan ion litium sebagai komponen utama untuk menyimpan dan melepaskan energi. Baterai ini dikenal karena energi densitas tinggi, ringan, dan rechargeable. Kapasitas Umum 4000mAh hingga 6600mAh dan tegangan nominal biasanya 10.8V atau 11.1V. Berikut pada gambar 2.10 spesifikasi baterai Li-ion (Lithium-ion) i8600 yang digunakan pada projek tugas akhir ini.



Gambar 2.10 Gambar Baterai Li-ion 18600

N. Fusion 360

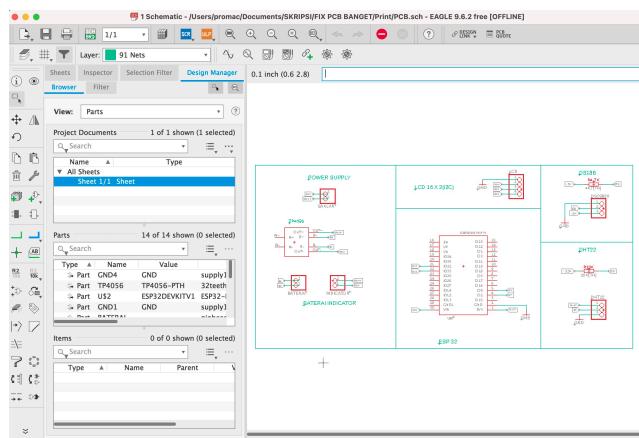
Adalah program *computer aided design* (CAD) dengan fitur *cloud* yang dapat digunakan untuk menggambar desain dua dimensi dan tiga dimensi. Pada penelitian ini digunakan untuk desain skematik elektronik, simulasi, desain PCB (Printed Circuit Board) dan untuk desain 3D model produk. Berikut contoh penggunaan Fusion 360 pada projek ini untuk mendesain case dari alat yang ditujukan pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 Gambar Aplikasi Fusion 360

O. Eagle

Dalam penelitian ini, Eagle digunakan untuk merancang skematik dan papan sirkuit tercetak (PCB) untuk alat pengukuran yang digunakan dalam sistem IoT. Dengan menggunakan Eagle dapat mendesain rangkaian elektronik yang menghubungkan sensor-sensor seperti suhu udara, kelembaban udara, dan suhu air dengan mikrokontroler seperti ESP32. Berikut contoh penggunaan Eagle pada projek ini untuk mendesain PCB dari alat yang ditujukan pada gambar 2.12.



Gambar 2.12 Gambar Aplikasi Eagle

P. Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang digunakan untuk membuat *sketch* pemrograman atau dengan kata lain arduino IDE sebagai media untuk pemrograman pada *board* yang ingin diprogram. Berikut ini adalah contoh penggunaan aplikasi Arduino IDE pada projek ini untuk pemrograman yang ditujukan pada gambar 2.13.

```

sketch_oct24a | Arduino IDE 2.3.2
ESP32 Dev Module
LIBRARY MANAGER
Filter your search...
Type: All
Topic: All
AIPic_Opta by Arduino
Arduino IDE PLC runtime library for
Arduino Opta This is the runtime
library and plugins for supporting...
More info
1.2.0 <span>INSTALL</span>
AIPic_PMC by Arduino
Arduino IDE PLC runtime library for
Arduino Portenta Machine Control
This is the runtime library and...
More info
1.0.6 <span>INSTALL</span>
Arduino Cloud Provider
Examples by Arduino
Examples of how to connect
sketch_oct24a.ino
1 #include <WiFi.h> // Library WiFi bawaan untuk ESP32
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library untuk DHT22
3 #include <DHT.h> // Library untuk komunikasi dengan DS18B20
4 #include <OneWire.h> // Library untuk DS18B20
5 #include <DallasTemperature.h>
6
7 // Konfigurasi WiFi
8 const char *ssid = "Wifi"; // SSID hotspot atau WiFi
9 const char *password = "123Nurdin"; // password hotspot WiFi
10
11 // IP Address Server XAMPP
12 const char *host = "192.168.77.148";
13
14 // define pin SDA dan SCL
15 #define SDA_PIN 32
16 #define SCL_PIN 33
17
18 // set LCD
19 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
20
21 // define pin DHT22 connected
22 #define DHTPIN 2
23 #define DHTTYPE DHT22
24 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
25
26 // define pin DS18B20
27 const int oneWireBus = 4;
28
29 // Setup oneWire instance to communicate with any OneWire devices

```

Gambar 2.13 Gambar Aplikasi Arduino IDE

Arduino IDE ini berguna untuk mengedit, membuat, meng-upload ke *board* yang ditentukan, dan meng-coding program tertentu. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA, yang dilengkapi dengan *library C/C++(wiring)*, yang membuat operasi *input/output* lebih mudah.

BAB III

KONSEP RANCANGAN ALAT DAN PENGUJIAN

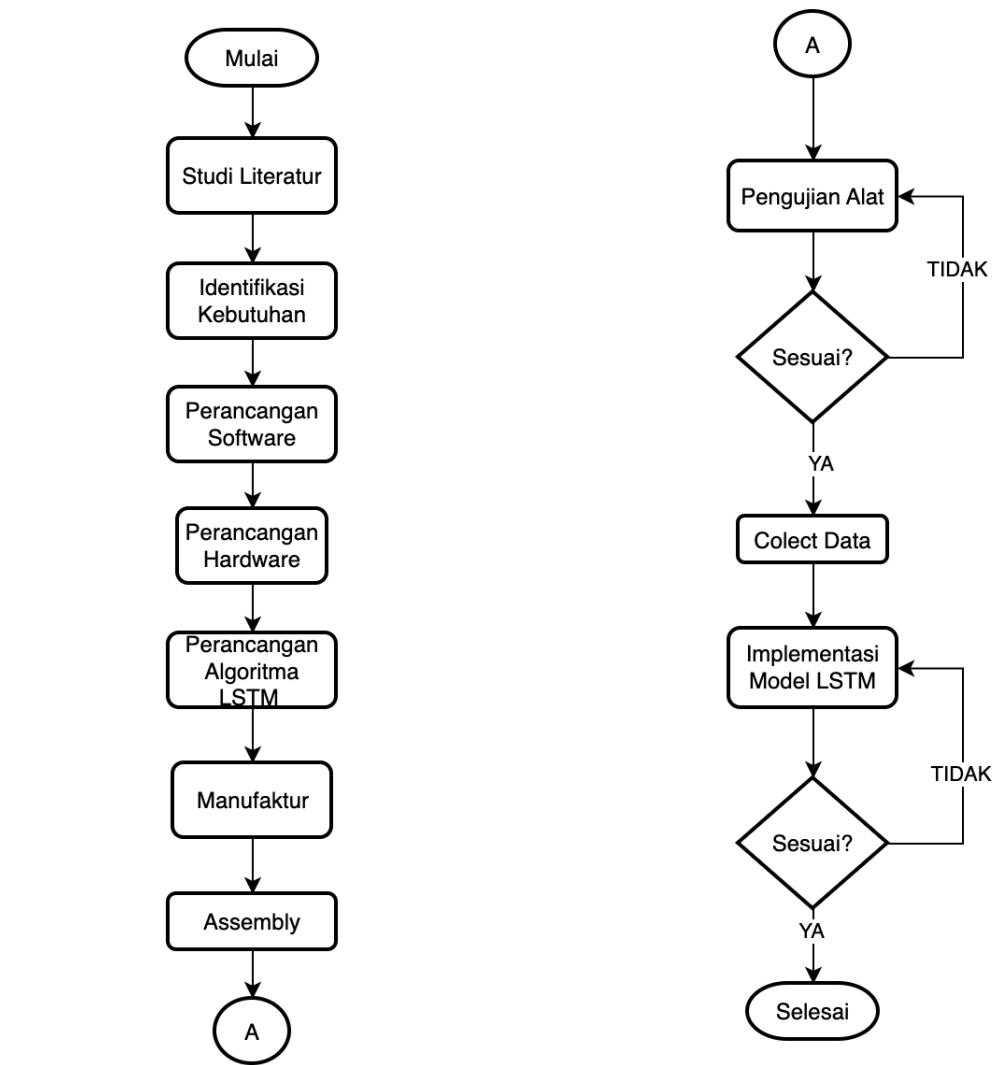
A. Waktu Dan Tempat Penelitian

Pengerjaan penelitian untuk memenuhi tugas akhir yang berjudul “implementasi Long Short-Term Memory (LSTM) pada Sistem Pemantauan dan Prediksi Suhu dan Kelembapan Lingkungan Sungai” dimulai pada Agustus 2024 hingga Desember 2024 dan penelitian ini dilaksanakan di 2 lokasi, yaitu:

1. Universitas Negeri Yogyakarta Kampus Wates, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta.
2. Dusun Dungsuru, Desa Pilangrejo, Kecamatan Nglipar, Kabupaten Gunungkidul, Provinsi DI Yogyakarta.

B. Tahapan Penelitian

Dalam pengerjaan tugas akhir ini, penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang dimulai dari studi literatur hingga tahap akhir, sebagaimana digambarkan pada flowchart tahapan penelitian yang ditampilkan pada Gambar gambar 3.1 . Tahapan-tahapan ini mencakup proses yang bertujuan untuk memastikan bahwa setiap langkah dilakukan secara sistematis dan terstruktur. Dengan mengikuti alur yang digambarkan pada flowchart, penelitian dapat berjalan sesuai dengan metode yang dirancang dan mencapai hasil yang diharapkan secara efektif.



Gambar 3.1 Gambar flowchart tahapan penelitian

Berikut penjelasan dari setiap tahapan penelitian yang peneliti lakukan:

1. Studi Literatur

Pada tahap ini hal yang dilakukan oleh peneliti adalah mengkaji teori terkait suhu dan kelembapan lingkungan sungai serta pengaruhnya terhadap kualitas air yang diambil dari berbagai sumber jurnal ilmiah. Selain itu pada tahap ini juga peneliti mempelajari metode Long Short-Term Memory (LSTM) dan aplikasinya pada data deret waktu. Terhair peneliti melakukan research mengenai penggunaan sensor IoT untuk pemantauan lingkungan sungai.

2. Identifikasi Masalah

Tahap ini bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem yang akan dibangun dengan menganalisis kebutuhan alat dan bahan yang diperlukan. Hasil dari proses identifikasi ini akan menjadi dasar dalam perancangan baik hardware maupun software untuk memastikan sistem yang dikembangkan sesuai dengan spesifikasi dan tujuan penelitian.

3. Perancangan

1. Perancangan Hardware: Pada tahap ini dilakukan perancangan hardware yaitu pembuatan skematik rangkaian dengan software Egale lalu dilanjutkan pembuatan PCB dengan software Fusion 360 terahir pembuatan desain case alat dengan software 3D yaitu Fusion 360.
2. perancangan Software: Pada tahap ini perancangan software dimulai dari pembuatan algoritma program untuk website kedua pembuatan algoritma program untuk IoT.
3. Desain Arsitektur Program LSTM: Pada tahap ini dilakukan pembuatan program untuk LSTM dengan melihat beberapa sumber dan metode model LSTM tujuanya untuk mencari model pembelajaran yang terbaik.

4. Manufakturing

Pada tahap ini hasil dari tahap perancangan dilakukan proses manufaktur:

1. Hardware
 - (a) Cetak PCB
 - (b) Cetak 3D print case alat
2. Software
 - (a) Pembuatan website
 - (b) Pembuatan program IoT pada alat.
3. Arsitektur Program LSTM
 - (a) Pembuatan program LSTM

(b) Uji coba program

5. Assembly

Tahap ini mencakup proses perakitan alat yang melibatkan pemasangan komponen-komponen hardware sesuai spesifikasi yang telah dirancang sebelumnya. Setelah alat dirakit, dilakukan integrasi dengan website untuk memastikan seluruh sistem dapat bekerja secara sinkron. Proses ini melibatkan pengujian koneksi antara sensor, modul komunikasi, dan mikrokontroler, serta konfigurasi website untuk membaca dan mengolah data dari perangkat keras. Tahapan ini sangat penting untuk memastikan bahwa setiap komponen dapat berfungsi dengan baik dalam satu kesatuan sistem yang dirancang untuk mencapai tujuan penelitian. Selain itu, debugging dilakukan pada tahap ini untuk mengidentifikasi dan memperbaiki kesalahan dalam integrasi sehingga sistem dapat beroperasi secara optimal.

6. Pengujian Alat

Tahap pengujian bertujuan untuk memastikan sistem yang telah dirancang dan diintegrasikan dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi dan tujuan yang telah ditentukan. Proses pengujian melibatkan pengamatan terhadap kinerja perangkat keras, perangkat lunak, serta integrasi antara keduanya. Data yang dihasilkan dari sensor diuji untuk memastikan akurasi, konsistensi, dan keandalannya. Selain itu, dilakukan simulasi dan uji lapangan untuk mengevaluasi respon sistem dalam kondisi nyata. Hasil pengujian ini dianalisis untuk mengidentifikasi potensi kesalahan atau kekurangan yang perlu diperbaiki. Tahap ini menjadi langkah penting dalam memastikan bahwa sistem siap digunakan untuk aplikasi yang diinginkan dan memenuhi kebutuhan penelitian.

7. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh data yang diperlukan sebagai dasar analisis dan pelatihan model. Proses ini melibatkan pengoperasian

sistem untuk mengumpulkan data dari sensor yang telah diintegrasikan, seperti suhu udara, suhu air, dan kelembapan. Data yang dikumpulkan disimpan secara terstruktur dalam database untuk memudahkan pengolahan lebih lanjut. Selain itu, dilakukan pencatatan waktu dan kondisi lingkungan saat pengambilan data untuk memastikan keakuratan dan relevansi data. Tahap ini juga mencakup verifikasi kualitas data guna memastikan bahwa data yang diperoleh bebas dari noise atau kesalahan pengukuran yang dapat memengaruhi hasil analisis. Data historis yang telah dikumpulkan akan menjadi dasar dalam pelatihan model prediksi menggunakan metode yang telah dirancang.

8. Implementasi LSTM

Tahap implementasi *Long Short-Term Memory* (LSTM) bertujuan untuk membangun model prediktif berdasarkan data historis yang telah dikumpulkan. LSTM dipilih karena keunggulannya dalam menangani data sekuensial dan hubungan temporal yang kompleks, seperti tren suhu udara, kelembapan, dan suhu air sungai. Tidak seperti metode prediksi tradisional seperti *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) yang efektif untuk data linier, LSTM mampu mempelajari pola non-linier dalam data, membuatnya lebih sesuai untuk skenario ini.

ARIMA memiliki keterbatasan dalam mengelola data dengan hubungan temporal jangka panjang karena pendekatan berbasis regresinya. Sebaliknya, LSTM menggunakan *memory cells* dan mekanisme *gates* (input, output, dan forget gates), yang memungkinkannya menyimpan informasi relevan dari jangka waktu yang lebih panjang sambil mengabaikan data yang tidak relevan. Hal ini membuat LSTM unggul dalam mendeteksi pola musiman, perubahan tren, dan dinamika kompleks lainnya dalam data lingkungan.

Penggunaan LSTM dalam penelitian ini tidak hanya memungkinkan prediksi yang lebih akurat tetapi juga memberikan kemampuan untuk menangkap hubungan dinamis antara suhu udara, kelembapan, dan suhu air sungai, yang

mungkin sulit untuk dideteksi menggunakan algoritma lain. Pendekatan ini memastikan bahwa sistem pemantauan dan prediksi yang dikembangkan dapat menghasilkan wawasan yang lebih bernilai untuk mendukung keputusan terkait pengelolaan lingkungan sungai.

C. Identifikasi Kebutuhan

Tahap pertama dalam memulai penelitian ini adalah menentukan kebutuhan, kebutuhan dalam penelitian ini dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu kebutuhan software, hardware dan kebutuhan alat.

1. Kebutuhan Software

Tabel ini berisi daftar perangkat lunak yang digunakan untuk mendukung proses pengembangan dan implementasi sistem. Perangkat lunak ini mencakup aplikasi pemrograman, desain, serta simulasi.

No	Software	Fungsi
1	Arduino IDE	Digunakan untuk membuat program pada alat.
2	Google Colab	Digunakan untuk membuat program LSTM dan mengolah data.
3	Visual Studio Code	Digunakan untuk membuat program website.
4	Xampp	Digunakan sebagai server lokal website.
5	Eagle	Digunakan untuk membuat skematik rangkaian dan PCB.
6	Fusion 360	Digunakan untuk membuat desain 3D casing alat.

Tabel 3.1 Tabel Kebutuhan Software

2. Kebutuhan Hardware

Tabel ini mencantumkan komponen hardware yang digunakan dalam penelitian. Setiap komponen memiliki peran penting seperti sebagai sumber daya,

pengambilan data, pengolahan informasi dan penampilan hasil pengukuran.

No	Komponen	Fungsi
1	Sensor DHT22	Digunakan untuk mengambil data suhu dan kelembaban udara.
2	Sensor DS18B20	Digunakan untuk mengambil data suhu air.
3	ESP32 Devkit V1	Digunakan sebagai mikrokontroler alat.
4	LCD 16X2 with I2C	Digunakan untuk menampilkan data dari sensor.
5	Switch on/off	Digunakan untuk sebagai saklar alat.
6	PCB (Printed Circuit Board)	Digunakan untuk menaruh komponen agar rapi dan mempermudah rangkaian.
7	Casing atau box alat	Untuk melindungi alat.
8	Kabel	Sebagai penghubung antara sensor dengan PCB.
9	Baterai Li-ion i8600	Sebagai sumber daya alat.
10	Modul Baterai Li-ion TP4056	Digunakan untuk mempermudah mengisi daya baterai alat.
11	Battery Capacity Indicator Baterai	Digunakan sebagai baterai indikator alat.

Tabel 3.2 Tabel Kebutuhan Hardware

3. kebutuhan Alat

Tabel ini menjelaskan alat-alat pendukung yang digunakan selama proses penelitian, seperti alat untuk menyambungkan komponen, melakukan pengukuran, dan merancang rangkaian.//

No	Alat	Fungsi
1	Laptop	Digunakan untuk desain, programing dan membuat laporan.
2	Solder	Solder digunakan untuk membuat sambungan listrik antara komponen elektronik.
3	Multimeter	Multimeter penting untuk pengukuran tegangan, arus, dan resistansi pada

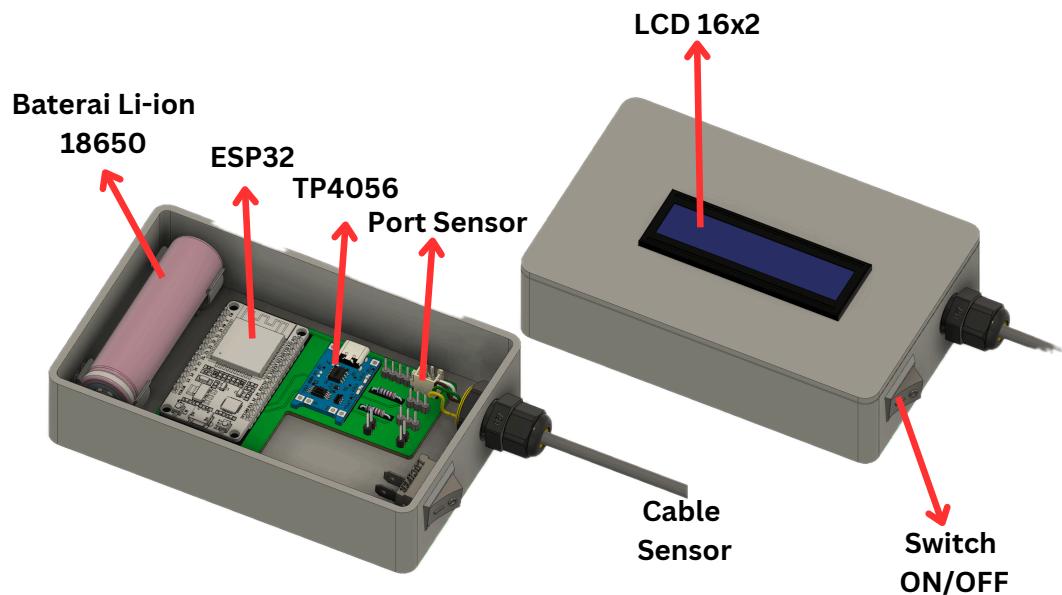
Tabel 3.3 Tabel Kebutuhan Alat

D. Rancangan Hardware

Dalam perancangan hardware untuk alat pengukur suhu dan kelembaban udara sekaligus air berbasis IoT dibagi menjadi tiga tahap yaitu perancangan hardware mekanik, hardware elektrikal dan hardware programing berikut penjelasanya:

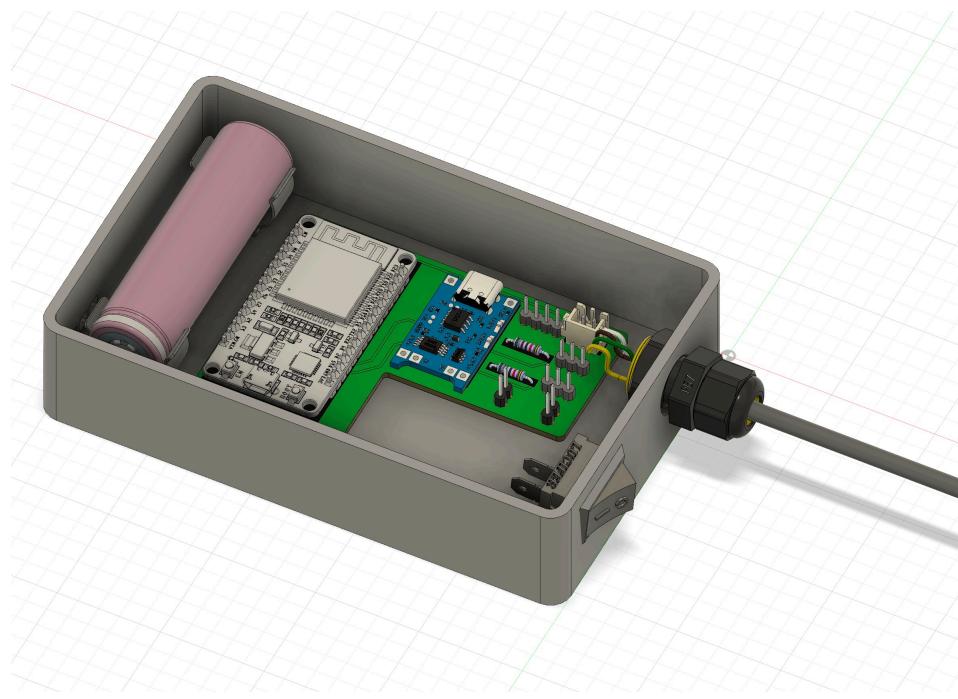
1. Rancangan Hardware Mekanik

Tahap perancangan mekanik bertujuan untuk mendesain kotak alat menggunakan perangkat lunak desain yaitu Fusion 360. Dalam gambar gambar 3.2 ditunjukkan desain 3D kotak alat yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara serta suhu air berbasis IoT yang bernama AquaSense. Kotak ini dirancang untuk menjaga komponen elektronik di dalamnya dari kondisi lingkungan eksternal seperti debu, air, atau benturan. Pada bagian atas kotak ini terdapat panel LCD yang digunakan untuk menampilkan informasi hasil pengukuran secara langsung kepada pengguna.



Gambar 3.2 Gambar box alat

Box ini dirancang dengan ukuran kecil agar mudah dipindah dan ditempatkan di berbagai lokasi sesuai kebutuhan. Dimensi yang kecil ini bertujuan untuk meningkatkan portabilitas tanpa mengurangi fungsi utama alat tersebut. Bahan yang dipakai adalah plastik yang dipilih karena kuat dan tahan terhadap air. Box dirancang dengan mempertimbangkan sirkulasi panas yang dihasilkan oleh baterai sehingga panas tersebut tidak mengenai atau mempengaruhi komponen elektronik lainnya, seperti area pada PCB. Desain ini berfungsi untuk menjaga temperatur dalam box agar tetap stabil dan menghindari kerusakan dari penumpukan panas yang berlebihan.



Gambar 3.3 Gambar potongan box alat

Gambar gambar 3.3 menampilkan potongan melintang dari box alat dan memperlihatkan susunan komponen elektronik di dalamnya. Penataan komponen dirancang agar rapi, efisien dan memaksimalkan penggunaan ruang di dalam box. Komponen seperti sensor DHT22, sensor DS18B20, ESP32 Devkit V1, dan PCB ditempatkan dengan cermat untuk memastikan stabilitas serta kemudahan akses untuk instalasi dan pemeliharaan. Susunan ini juga dirancang untuk mengurangi gangguan antar komponen serta memaksimalkan kinerja keseluruhan perangkat. Desain ini diharapkan dapat mengukur suhu dan kelembapan udara serta suhu air secara efisien

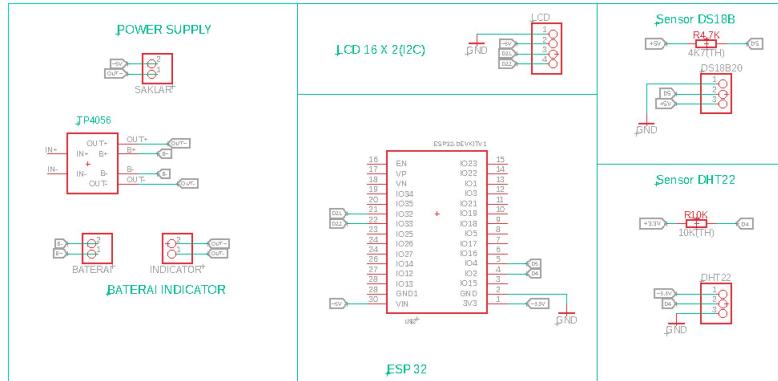
2. Rancangan Hardware Elektrikal

Rancangan Hardware elektronik terdiri dari dua tahap, yakni tahap perancangan skematik diikuti dengan tahap perancangan PCB.

(a). Rancangan Skematik Elektronika

Rancangan Skematik pada alat ini dibuat dengan beberapa bagian utama yaitu power supply, mikrokontroler, sistem pembaca data dan sistem tampilan, bagain-

bagian tersebut saling terhubung bertujuan untuk menjalankan fungsi pengukuran dan pengiriman data dengan baik, berikut penjelasan fungsi setiap bagiannya.



Gambar 3.4 Gambar Skematik Alat

Power Supply Dan Pengisian Daya

Dari gambar gambar 3.4 terdapat power supply yang bertugas menyediakan daya untuk seluruh komponen pada alat. Power supply dilengkapi dengan modul TP4056 untuk pengisian ulang baterai Li-ion i8600. Modul ini memastikan baterai terisi dengan aman karena memiliki fitur baterai protection yang dapat memutus arus ketika baterai sudah penuh fungsi lainnya dari modul ini dapat menyediakan output daya yang stabil.

Pada bagian power supply ini juga terdapat saklar untuk mengontrol aliran daya ke rangkaian, bertujuan agar alat memiliki fungsionalitas yang baik selain itu terdapat indikator daya membantu pengguna memantau kondisi pengisian daya atau kapasitas baterai secara visual.

Sistem Mikrokontroler

Mikrokontroler berfungsi sebagai otak utama dari sistem alat ini. Mikrokontroler bertugas membaca data dari sensor-sensor, memproses data tersebut, dan mengirimkan hasil pengukuran melalui koneksi IoT menggunakan Wi-Fi mikrokontroler juga dapat berkomunikasi dengan modul tampilan untuk memberikan informasi kepada pengguna. Pada penelitian ini digunakan ESP32 Devkit V1 sebagai mikrokontrolernya.

Sistem Pembaca Data

Pada pembacaan data digunakan dua sensor yaitu Ds18b20 dan DHT22, keduanya memiliki fungsi yang berbeda berikut ini penjelasanya:

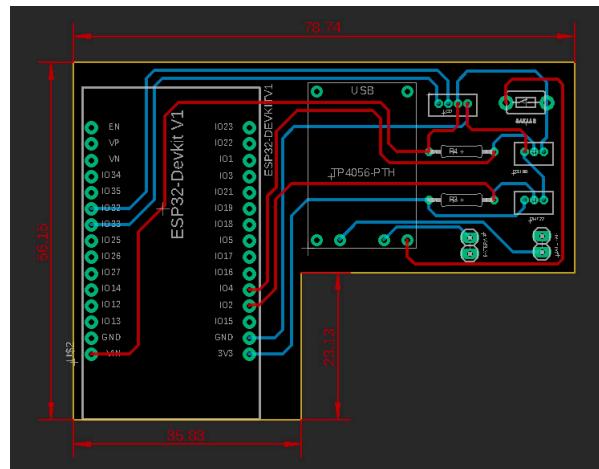
1. Sensor DS18B20 (Pengukur Suhu Air) digunakan untuk mendeteksi temperatur air. Desain sensor ini yang tahan air membuatnya ideal untuk aplikasi di lingkungan lembap seperti sungai. Sensor ini dilengkapi dengan resistor pull-up dengan ukuran 4,7 k ohm untuk memastikan stabilitas komunikasi data dengan ESP32.
2. Sensor DHT22 (Alat Pengukur Suhu dan Kelembapan Udara) berfungsi untuk mengukur suhu serta kelembapan. Dikenal karena akurasinya yang tinggi, sensor ini dilengkapi dengan resistor pull-up berukuran 10 k ohm untuk menjamin komunikasi data yang stabil dengan mikrokontroler.

Sistem Tampilan Data

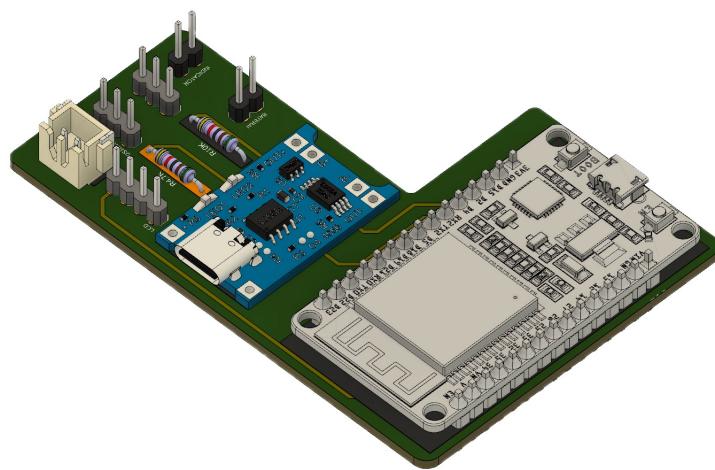
LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan secara langsung informasi tentang pengukuran suhu air, suhu udara, dan kelembapan udara dalam box alat. Komunikasi dengan ESP32 dilakukan memakai protokol I2C, sehingga memudahkan instalasi serta mengurangi jumlah pin yang dibutuhkan.

(b). Rancangan PCB Elektronika

Setelah fase desain skematik, langkah berikutnya adalah mendesain PCB. PCB yang dihasilkan memiliki dua lapisan dengan ukuran 70.74 mm x 56.16 mm. Penempatan komponen diatur secara optimal, mengutamakan efisiensi ruang dan konektivitas antar komponen. Aturan-aturan pembuatan PCB, termasuk lebar jalur sesuai dengan arus yang akan melaluinya, juga dipatuhi. Gambar di gambar 3.5 menunjukkan desain PCB yang telah diselesaikan.



Gambar 3.5 Gambar Desain PCB



Gambar 3.6 Gambar Desain 3D PCB

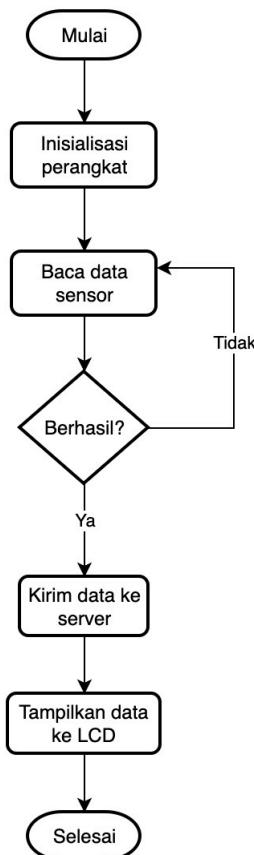
Dari Gambar gambar 3.6 menunjukkan desain PCB berbentuk L yang dirancang untuk alat ini, mengintegrasikan modul ESP32 sebagai mikrokontroler utama dengan konektivitas WiFi. PCB ini juga dilengkapi dengan modul charger TP4056 untuk pengisian baterai Li-ion, lengkap dengan port micro-USB. Selain itu, terdapat beberapa resistor untuk mengontrol arus dan switching sirkuit. Di bagian kiri atas, terdapat pin header untuk menghubungkan perangkat eksternal, serta port JST untuk koneksi baterai dan komponen sensor. Desain ini mengutamakan efisiensi ruang sekaligus mendukung berbagai koneksi dan fungsi

sistem IoT.

3. Rancangan Hardware Programing

Pada penelitian ini, pemrograman hardware dilakukan dengan menggunakan ESP32 sebagai mikrokontroler utama yang terintegrasi dengan berbagai komponen pendukung, seperti sensor suhu dan kelembapan, serta LCD sebagai alat output. Berikut penjelasan lebih rinci mengenai pemrograman hardware:

Flowchart Program



Gambar 3.7 Gambar Flowchart Hardware program

Program ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu Setup dan Loop. Pada bagian Setup, perangkat keras diinisialisasi, koneksi WiFi diaktifkan, dan nama alat ditampilkan pada LCD untuk memberikan informasi awal. Selanjutnya, bagian Loop menjalankan siklus utama yang mencakup pembacaan data dari sensor

DHT22 dan DS18B20, pengiriman data tersebut ke server melalui protokol HTTP, serta menampilkan hasil pembacaan pada LCD dan Serial Monitor. Setelah setiap siklus, program memberikan jeda selama 30 detik sebelum melakukan pembacaan ulang.

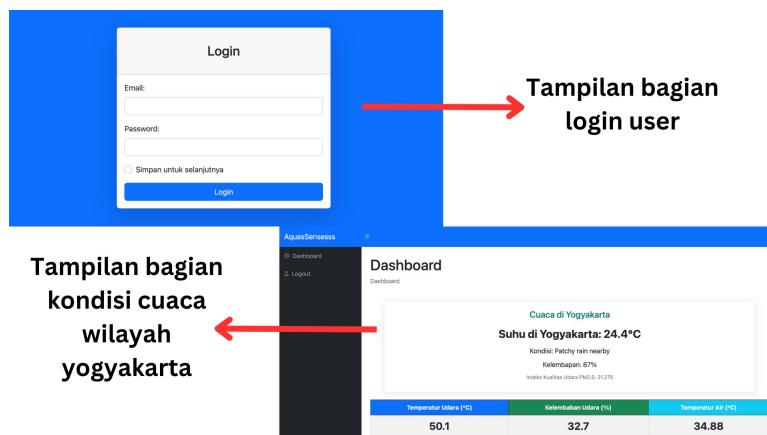
E. Rancangan Software

Perancangan software disini ada dua bagian pertama untuk website dan yang kedua untuk model LSTM. perancangan dilakukan dengan memperhatikan poin-poin dalam memenuhi kebutuhan penelitian sehingga website dan model LSTM berhasil bekerja dengan maksimal.

Rancangan Website

Rancangan website dibuat untuk mendukung sistem pemantauan dan prediksi suhu serta kelembapan lingkungan sungai. Website ini berfungsi sebagai antarmuka pengguna untuk menampilkan data yang dikumpulkan dari sensor. Perancangan website mencakup beberapa elemen utama:

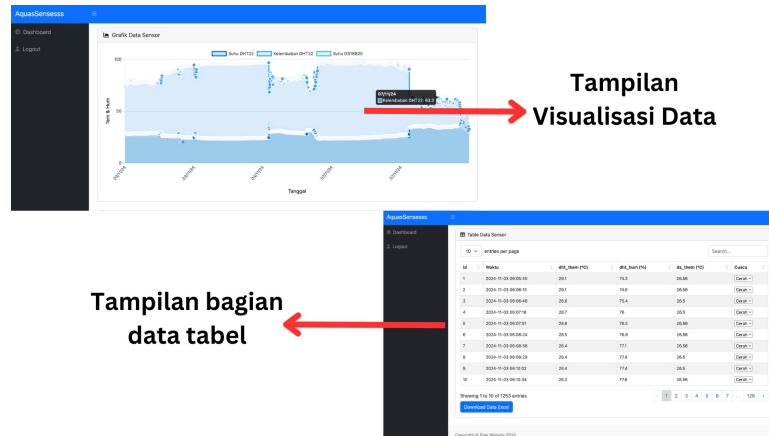
1. Frontend: Bagian frontend dirancang agar mudah digunakan *user-friendly* dan responsif. Halaman utama menampilkan visualisasi data seperti grafik suhu dan kelembapan dari waktu ke waktu. Data real-time diperbarui secara berkala.



Gambar 3.8 Gambar Desain Website Login User

Visualisasi Data: Visualisasi dilakukan menggunakan Chart.js, yang

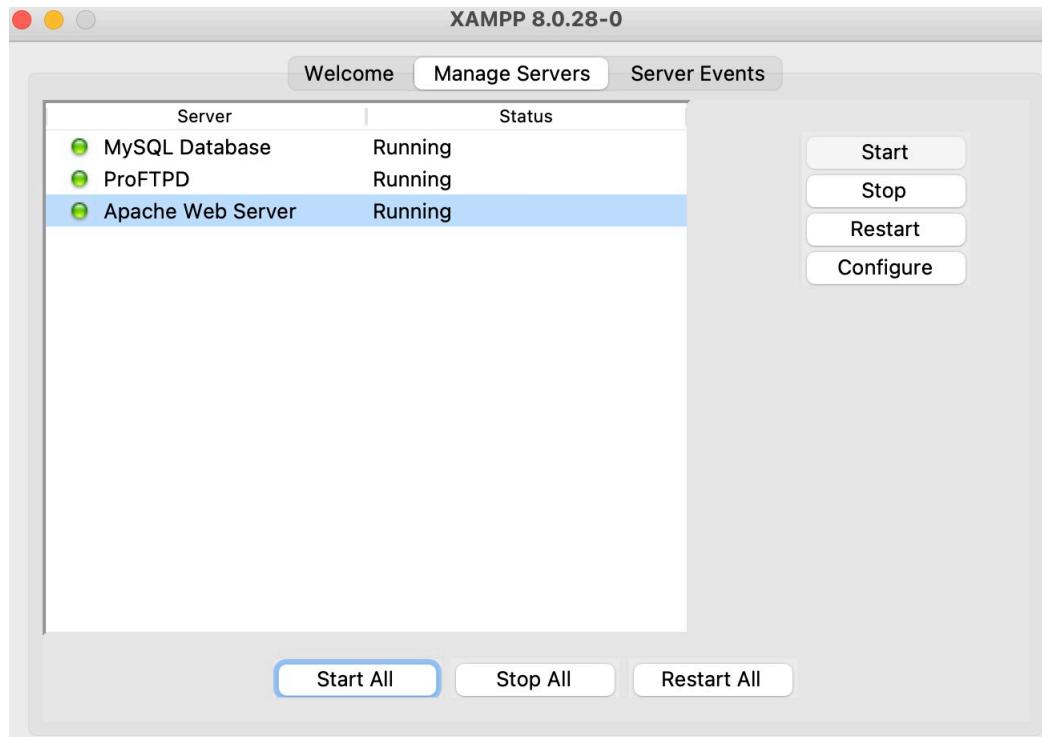
menampilkan data dalam bentuk grafik garis untuk mempermudah analisis pola suhu dan kelembapan. Grafik ini menyajikan data historis bersama dengan prediksi dari model LSTM, memberikan gambaran tentang kondisi terkini dan prediksi di masa depan.



Gambar 3.9 Gambar Visualisasi Data

2. Backend: Backend website bertanggung jawab untuk menerima data dari mikrokontroler (ESP32), menyimpan data tersebut ke dalam database, serta menyajikan data kepada pengguna. Proses ini mencakup pengolahan data yang dikirimkan melalui protokol HTTP dan memastikan integritas data sebelum disimpan. Tahapan backend dimulai dari ESP32 yang membaca data lalu ESP32 akan mengirimkan data sensor ke server selanjutnya server menerima data dan simpan Data ke Database (INSERT Query) dilanjutkan dengan Ambil Data untuk Ditampilkan (SELECT Query) terahir adalah Tampilkan Data pada Dashboard.
3. Database: Database dibuat menggunakan localhost dengan platform XAMPP digunakan untuk menyimpan data suhu dan kelembapan yang dikumpulkan dari sensor. Localhost merupakan alamat default server lokal yang memungkinkan komputer berfungsi sebagai server pengembangan tanpa memerlukan koneksi internet. XAMPP sendiri adalah paket perangkat lunak yang mengintegrasikan Apache, MySQL (untuk database), PHP, dan

Perl, sehingga memudahkan pengembangan aplikasi berbasis web.



Gambar 3.10 Gambar Setingan Xampp

Proses penyimpanan data dilakukan dengan mengirimkan data dari ESP32 ke server lokal yang di-host menggunakan Apache di XAMPP, kemudian data diterima oleh skrip PHP dan dimasukkan ke dalam tabel database melalui MySQL. Dengan konfigurasi ini, database lokal dapat digunakan untuk menyimpan data secara real-time, memudahkan pengembangan dan pengujian sistem pemantauan suhu dan kelembapan.

	<input type="button" value="←"/>	<input type="button" value="→"/>		<input type="button" value="▼"/>	id	<input type="button" value="▲"/>	1	waktu	dht_them	dht_hum	ds_them	cuaca
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		1		2024-11-03 06:05:40		29.1	74.3	26.56	0
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		2		2024-11-03 06:06:13		29.1	74.6	26.56	0
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		3		2024-11-03 06:06:46		28.8	75.4	26.5	0
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		4		2024-11-03 06:07:18		28.7	76	26.5	0
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		5		2024-11-03 06:07:51		28.6	76.5	26.56	0
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		6		2024-11-03 06:08:24		28.5	76.9	26.56	0
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		7		2024-11-03 06:08:56		28.4	77.1	26.56	0
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		8		2024-11-03 06:09:29		28.4	77.4	26.5	0
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		9		2024-11-03 06:10:02		28.4	77.4	26.5	0
<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Edit"/>	<input type="button" value="Copy"/>	<input type="button" value="Delete"/>		10		2024-11-03 06:10:34		28.3	77.6	26.56	0

Gambar 3.11 Gambar Tampilan Database

Rancangan Model LSTM

Perancangan model *Long Short-Term Memory* (LSTM) dilakukan untuk memprediksi tren suhu dan kelembapan berdasarkan data historis yang dikumpulkan dari sensor DHT22 dan DS18B20. Model ini dirancang dengan mempertimbangkan kebutuhan utama dalam penelitian, yaitu akurasi prediksi dan kemampuan model untuk menangani data time-series. Berikut adalah langkah-langkah perancangannya:

- Akuisisi Data:** Tahap pertama adalah membaca data csv dengan bantuan library pandas, data berasal dari website monitoring suhu dan kelembaban udara serta suhu air. Data digunakan sebagai data historis untuk proses prediksi dengan model LSTM.
- Ambil Data Target Prediksi:** Pada tahap ini, data yang sudah diakuisisi diambil sebagai data target untuk prediksi. Data target ini terdiri dari nilai suhu dan kelembapan serta suhu air tidak lupa ambil data waktu sebagai index.
- Train Test Data:** Data yang sudah disiapkan dibagi menjadi dua bagian utama data untuk pelatihan sebesar 80 persen dan data untuk pengujian 20 persen. Data pelatihan digunakan untuk melatih model, sementara data pengujian digunakan untuk menguji akurasi model setelah dilatih.

4. **Standarisasi Data:** Standardisasi data dilakukan untuk mengubah skala data sehingga setiap fitur memiliki rentang yang seragam, mempermudah pelatihan model mencakup normalisasi ke rentang antara 0 dan 1.
5. **Create Data For Forecasting:** Setelah model didefinisikan, data untuk prediksi masa depan forecasting dibuat dengan menggabungkan data historis yang sudah tersedia untuk memprediksi nilai-nilai yang akan datang.
6. **Create Time Steps:** Untuk membangun model LSTM, data time-series perlu dibagi menjadi waktu-waktu langkah tertentu (time steps). Setiap time step mewakili satu unit waktu (misalnya, setiap menit, jam, atau hari), yang digunakan oleh LSTM untuk memprediksi nilai masa depan.
7. **Prepare Tensorflow Dataset:** Setelah time steps dibuat, data disiapkan dalam format yang sesuai untuk digunakan oleh TensorFlow. Data akan diproses dan dibagi menjadi set pelatihan dan pengujian, dengan langkah-langkah seperti pemisahan data training dan testing.
8. **Define LSTM Model:** Pada tahap ini, arsitektur model LSTM didefinisikan, termasuk jumlah lapisan LSTM dan parameter lainnya. Model ini akan belajar dari data pelatihan untuk memprediksi suhu dan kelembapan di masa depan berdasarkan pola historis.
9. **Menampilkan Data Asli dan Prediksi:** Setelah model melakukan prediksi, hasil prediksi dibandingkan dengan data asli dan ditampilkan. Visualisasi ini membantu dalam mengevaluasi seberapa akurat model LSTM dalam memprediksi suhu dan kelembapan.
10. **Validasi Prediksi LSTM:** Pada tahap terakhir, hasil prediksi model dievaluasi menggunakan metrik error seperti RMSE (Root Mean Squared Error) dan MAE (Mean Absolute Error) untuk memverifikasi apakah model sudah memprediksi dengan cukup baik. Jika hasilnya memadai, model dapat digunakan untuk prediksi lebih lanjut. Rumusnya:
11. **Menghitung RMSE dan Error (MAE):** RMSE dan MAE digunakan

untuk mengukur kesalahan antara nilai prediksi dengan nilai aktual. RMSE memberikan gambaran tentang seberapa besar kesalahan model dalam satuan unit derajat Celcius, sedangkan MAE mengukur rata-rata kesalahan absolut.

$$\text{RMSE} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}$$

Keterangan:

- n : Jumlah data (banyaknya sampel).
- y_i : Nilai aktual atau observasi ke- i .
- \hat{y}_i : Nilai prediksi atau estimasi ke- i .
- $(y_i - \hat{y}_i)^2$: Selisih kuadrat antara nilai aktual dan prediksi.

Gambar 3.12 Gambar Rumus RMSE

$$\text{MSE} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Di mana:

- n : Jumlah data.
- y_i : Nilai aktual untuk data ke- i .
- \hat{y}_i : Nilai prediksi untuk data ke- i .

Gambar 3.13 Gambar Rumus MSE

Kedua rumus pengujian skor model ini digunakan dalam evaluasi model karena menunjukkan seberapa besar kesalahan antara nilai prediksi dan nilai aktual. MSE memberikan penalti lebih besar untuk kesalahan besar karena memanfaatkan kuadrat, sedangkan RMSE sering digunakan untuk memberikan interpretasi dalam skala asli data.

F. Rancangan Pengujian

1. Rancangan Pengujian Sensor DHT22 dan DS18b20

Pengujian sensor DHT22 dan DS18b20 dilakukan untuk mengukur parameter suhu ($^{\circ}\text{C}$) dan kelembapan (%) secara akurat. Alat dan bahan yang digunakan meliputi sensor DS18b20 dan DHT22, ESP32, multimeter digital, dan termometer sebagai alat pembanding untuk validasi data.

Langkah pengujian dimulai dengan menghubungkan sensor DHT22 dan DS18b20 ke mikrokontroler, kemudian membuat program menggunakan library seperti DHT.h pada Arduino untuk membaca data suhu dan kelembapan dari sensor. Dari pengujian sensor yang dihasilkan dicatat dalam tabel 4.6 dan tabel 3.5.

No	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu Air ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembapan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Tabel 3.4 Tabel Pengujian Sensor DHT22 dan DS18b20

No	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Suhu Air ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembapan
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Tabel 3.5 Tabel Pengujian Dengan Thermometer

Hasil pengukuran sensor dibandingkan dengan data dari termometer untuk memastikan keakuratan. Proses ini bertujuan untuk menguji sensor apakah bekerja dengan normal apa tidak selain itu parameter pengujian juga berpengaruh dalam membantu validasi hasil pengukuran data.

2. Rancangan Pengujian Pengiriman Data

Pengujian pengiriman data bertujuan untuk memastikan bahwa proses pengiriman data dari ESP32 ke database berjalan dengan baik. Prosedur dimulai dengan mengirimkan data dari ESP32 ke server secara periodik menggunakan protokol komunikasi HTTP. Setelah data dikirim dilakukan pemeriksaan untuk memastikan bahwa data diterima dan disimpan dengan benar di database. Setiap hasil pengujian dicatat untuk memastikan kehandalan sistem dalam berbagai kondisi jaringan. Berikut ini adalah tabel pengujinya:

No	Waktu	dht_{them} (°C)	dht_{hum} (%)	ds_{them} (°C)	Cuaca
1					
2					
3					
dst					

Tabel 3.6 Tabel Pengujian Kirim Data

3. Rancangan Pengujian Website

Terima Data

Pada pengujian penerimaan data, tujuan yang ingin dicapai adalah memastikan data dari database dapat diambil dan ditampilkan pada tabel website dengan benar. Proses pengujian dilakukan dengan mensimulasikan pengambilan data menggunakan parameter yang sudah disesuaikan. File backend yang memakai PHP diuji untuk memastikan bahwa query SQL yang digunakan sudah sesuai dan data yang diambil diformat dengan benar. Data hasil pengambilan ini kemudian diperiksa kesesuaianya dengan isi database. Integrasi antara backend dan

frontend juga diuji untuk memastikan data dapat ditampilkan pada elemen HTML yang sesuai. Selain itu pengujian dilakukan menggunakan data real-time untuk memverifikasi kecepatan dan akurasi pengambilan data.

No	Waktu	Suhu (°C)	Suhu Air (°C)	Kelembapan	Cuaca
1					
2					
3					
dst					

Tabel 3.7 Tabel Pengujian Terima Data

Visualisasi Data

Pada pengujian visualisasi data, tujuan adalah untuk memastikan grafik suhu dan kelembapan dapat ditampilkan dengan baik sekaligus memastikan data yang dihasilkan bersifat akurat, dinamis, dan informatif. Pengujian dimulai dengan memasukkan data uji (dummy) ke dalam database, di mana data tersebut mencerminkan berbagai tren, seperti peningkatan, penurunan, maupun kestabilan suhu dan kelembapan. Grafik yang dihasilkan oleh Chart.js diperiksa kesesuaianya dengan data dari database, khususnya pada sumbu X (waktu) dan sumbu Y (nilai suhu dan kelembapan).

Responsivitas grafik juga diuji pada berbagai perangkat, seperti desktop, tablet, dan ponsel, untuk memastikan elemen visual tidak tumpang tindih dan tetap terlihat jelas di semua ukuran layar. Selain itu, dilakukan uji stres dengan memasukkan data dalam jumlah besar untuk memastikan sistem dapat menangani visualisasi data dalam skala besar tanpa penurunan performa. Sebagai tambahan, fitur seperti zoom in/out, filter data, dan tooltip juga diuji untuk meningkatkan interaktivitas dan kemudahan pengguna dalam membaca grafik.

4. Rancangan Pengujian Model LSTM

Pada pengujian model LSTM, tujuan utama adalah memastikan model dapat memprediksi suhu dan kelembaban dengan tingkat akurasi yang memadai. Pengujian dimulai dengan proses pelatihan (training) menggunakan 80% dari dataset, di mana model dilatih untuk mengoptimalkan performanya. Parameter yang diatur untuk mengasilkan model yang bagus meliputi *history window*, *future window*, daftar lapisan (*layer list*), ukuran batch (*batch size*), buffer, jumlah langkah (*steps*), dan *epoch*. Selama pelatihan, performa model dievaluasi menggunakan metrik seperti Mean Absolute Error (MAE) atau Root Mean Square Error (RMSE) untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi.

Nilai Suhu Udara Actual	Nilai Hasil Prediksi

Tabel 3.8 Tabel Pengujian Suhu Udara

Nilai Kelembaban Udara Actual	Nilai Hasil Prediksi

Tabel 3.9 Tabel Pengujian Kelembaban Udara

Nilai Suhu Air Actual	Nilai Hasil Prediksi

Tabel 3.10 Tabel Pengujian Suhu Air

Tahap pengujian (testing) dilakukan menggunakan 20% sisa dataset, di mana hasil prediksi model dibandingkan dengan nilai aktual untuk menilai akurasi dan kemampuan model dalam menangkap pola data. Evaluasi prediksi dilakukan dengan memplot hasil prediksi terhadap nilai aktual, sehingga tren yang diprediksi oleh model dapat dianalisis. Untuk memastikan generalisasi model, pengujian tambahan dilakukan dengan menggunakan data baru yang tidak termasuk dalam dataset pelatihan.

5. Rancangan Pengujian Hubungan antara suhu dan kelembaban udara dengan suhu air

Rancangan pengujian untuk mengetahui hubungan antara suhu dan kelembaban udara dengan suhu air dalam penelitian ini dapat dilakukan menggunakan uji korelasi. Uji korelasi bertujuan untuk mengukur sejauh mana dua variabel dalam hal ini suhu udara dan kelembaban udara berhubungan dengan suhu air. Proses pengujian dimulai dengan mengumpulkan data suhu udara, kelembaban udara, dan suhu air secara bersamaan dalam periode waktu yang sama, menggunakan alat yang terhubung ke sistem IoT.

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{(n \sum x^2 - (\sum x)^2)(n \sum y^2 - (\sum y)^2)}}$$

Dimana:

- r adalah koefisien korelasi Pearson,
- x adalah data untuk variabel pertama (misalnya suhu udara),
- y adalah data untuk variabel kedua (misalnya suhu air),
- n adalah jumlah data pasangan (jumlah pengukuran),
- $\sum x$ adalah jumlah dari semua nilai x ,
- $\sum y$ adalah jumlah dari semua nilai y ,
- $\sum xy$ adalah jumlah dari hasil perkalian setiap pasangan nilai x dan y ,
- $\sum x^2$ adalah jumlah dari kuadrat nilai x ,
- $\sum y^2$ adalah jumlah dari kuadrat nilai y .

Gambar 3.14 Gambar rumus uji korelasi

Setelah data terkumpul, uji korelasi dilakukan untuk menghitung nilai koefisien korelasi, yang mengindikasikan kekuatan dan arah hubungan antara variabel-variabel tersebut. Jika koefisien korelasi mendekati +1, maka hubungan antara dua variabel tersebut sangat kuat dan positif, artinya peningkatan satu variabel akan diikuti dengan peningkatan variabel lainnya. Jika nilai korelasi mendekati -1, berarti ada hubungan negatif, di mana peningkatan satu variabel akan mengurangi variabel lainnya. Nilai koefisien yang mendekati 0 menunjukkan tidak ada hubungan linier antara variabel yang diuji.

Dengan uji korelasi ini dapat diketahui apakah suhu udara dan kelembaban udara memiliki pengaruh signifikan terhadap suhu air yang merupakan bagian penting dalam evaluasi kualitas suhu air dalam ekosistem sungai.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pembuatan Hardware Alat

Pada bab ini, menjelaskan mengenai pembuatan hardware alat sesuai dengan perancangan hardware yang telah dijelaskan pada bab 3.

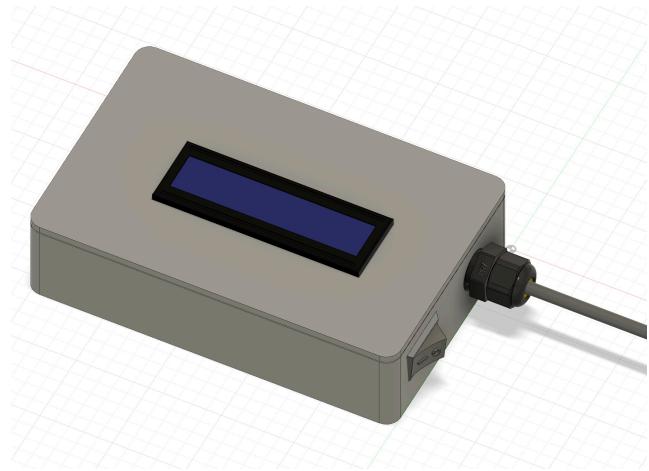
1. Pembuatan Box Alat (Mechanical)

Pembuatan Desain box dibuat menggunakan perangkat lunak *Computer-Aided Design* (CAD) yaitu Fusion 360 untuk menghasilkan model 3D yang detail. Pada desain ini, beberapa aspek penting diperhatikan, termasuk lubang ventilasi untuk memastikan sirkulasi udara yang baik, posisi konektor atau port untuk penghubung kabel, serta pengaturan komponen internal untuk mencegah tumpang tindih atau kerusakan akibat getaran.



Gambar 4.1 Gambar Proses Desain Box Alat

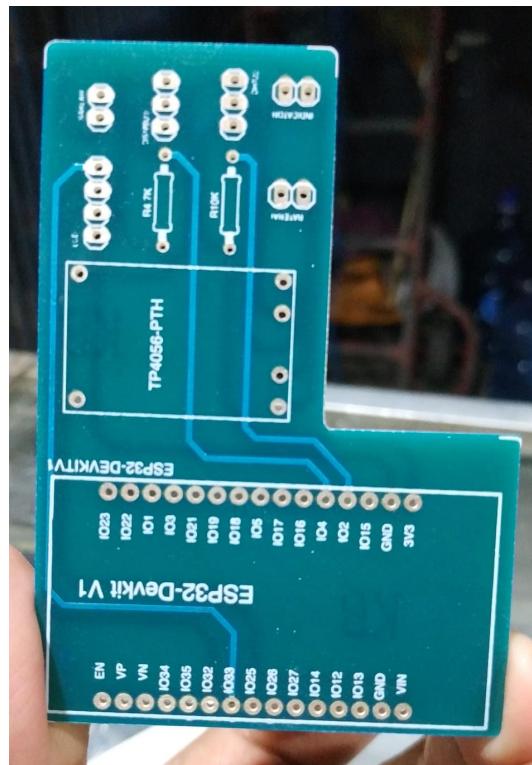
Selain itu, material box juga dipilih berdasarkan kebutuhan. Untuk proyek ini, material filamen pla+ digunakan karena ringan, kuat, dan tahan terhadap kondisi lingkungan yang beragam. Desain yang sudah final kemudian masuk proses pembuatan cetak 3D printing.



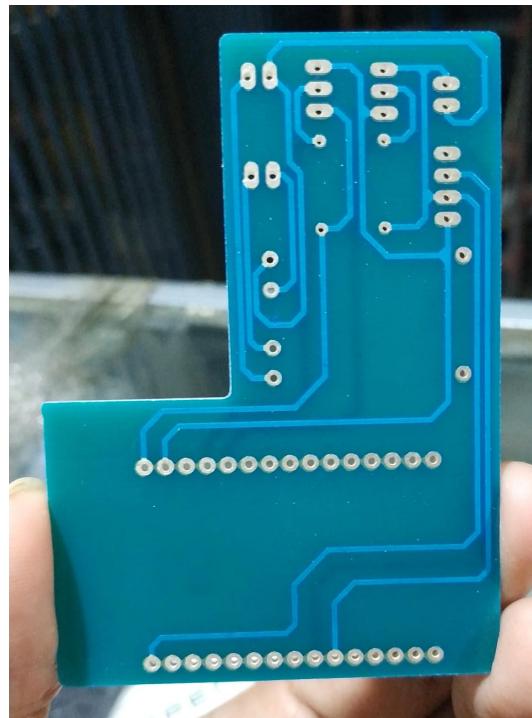
Gambar 4.2 Gambar Alat AquaSense

2. Pembuatan Hardware Elektrikal

Tahap ini bertujuan untuk merealisasikan rangkaian elektronik yang telah dirancang sebelumnya dalam bentuk fisik menggunakan *Printed Circuit Board* (PCB). Proses sebelumnya dimulai dengan mendesain layout PCB menggunakan perangkat lunak seperti Eagle. Desain ini mencakup jalur koneksi antara komponen, ukuran PCB, serta penempatan komponen. Setelah desain selesai, file *Gerber* yang dihasilkan dari Eagle tersebut digunakan untuk mencetak PCB melalui pihak jasa, pada gambar gambar 4.3 dan gambar 4.4 adalah hasil dari cetak PCB.



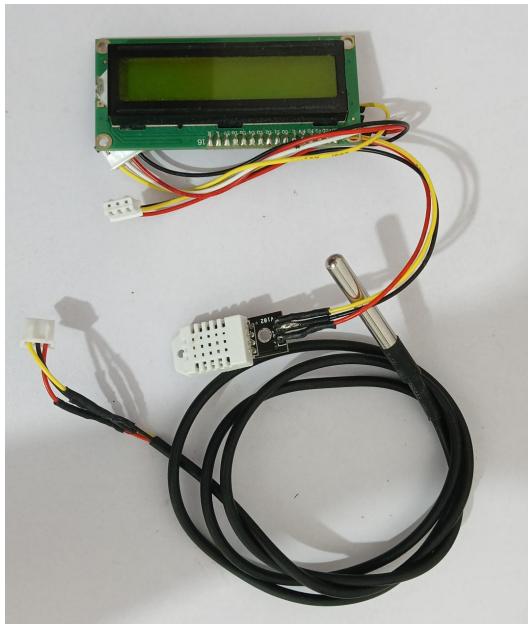
Gambar 4.3 Gambar PCB Tampak Atas



Gambar 4.4 Gambar PCB Tampak Bawah

Tahap selanjutnya adalah soldering komponen ke PCB. Komponen yang

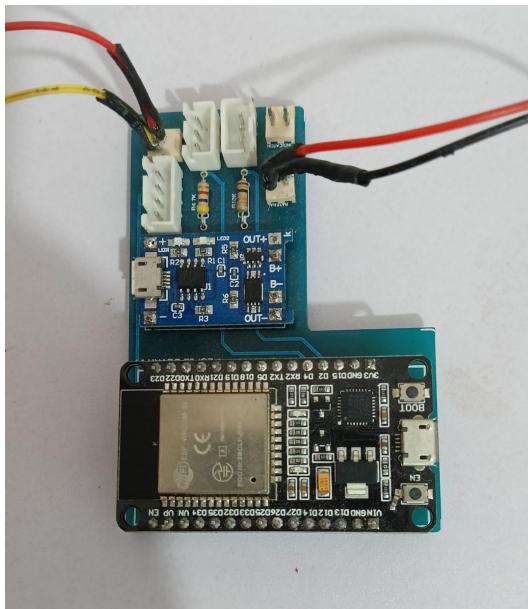
digunakan mencakup komponen, modul sensor (DHT22 dan DS18B20) dan serta mikrokontroler ESP32. Proses soldering dilakukan dengan menggunakan solder elektrik dan timah solder. Selama proses ini, perhatian khusus diberikan pada pengaturan suhu solder untuk mencegah kerusakan komponen akibat panas berlebih.



Gambar 4.5 Gambar Hasil Soldering Komponen

Pada gambar gambar 4.5 komponen dirancang menggunakan konektor dengan *white housing jack*. Penggunaan konektor ini memiliki tujuan utama untuk mempermudah proses pemasangan dan perawatan perangkat. Dengan metode ini, komponen tidak disolder langsung ke papan PCB, melainkan dihubungkan melalui konektor yang dapat dilepas-pasang. Keuntungan dari pendekatan ini adalah kemudahan dalam mengganti atau memperbaiki komponen jika terjadi kerusakan, tanpa perlu melakukan desoldering yang dapat merusak jalur PCB. Selain itu, konektor dengan *white housing* memberikan stabilitas mekanis yang lebih baik, mengurangi risiko longgarnya koneksi akibat getaran atau tekanan fisik. Solusi ini juga meningkatkan fleksibilitas desain perangkat, terutama jika ada kebutuhan untuk mengganti komponen atau menyesuaikan konfigurasi rangkaian di masa

mendatang.



Gambar 4.6 Gambar PCB Selesai Perakitan

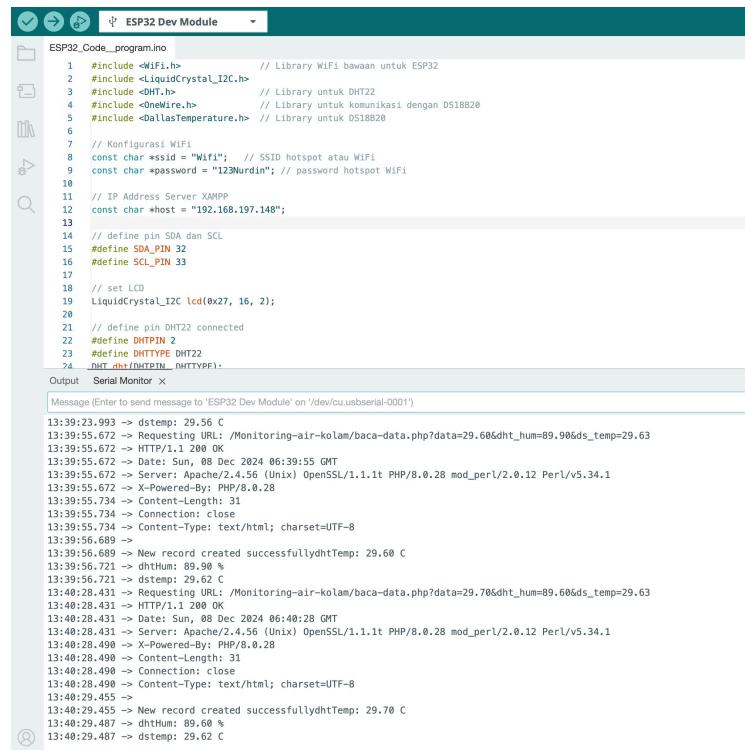
3. Pembuatan Program Hardware

Tahap pembuatan hardware program ini melibatkan pengembangan kode yang diunggah ke mikrokontroler sebagai pengendali utama perangkat keras. Program ini ditulis menggunakan bahasa pemrograman C++ melalui Arduino IDE. Kode dirancang untuk menjalankan beberapa fungsi utama, yaitu membaca data dari sensor DHT22 dan DS18B20, mengolah data, serta mengirimkannya ke server melalui protokol HTTP.

```
sketch_oct24a | Arduino IDE 2.3.2
sketch_oct24a.ino
1 //include <WiFi.h>           // Library WiFi bawaan untuk ESP32
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h>   // Library untuk DHT22
3 #include <DHT.h>               // Library untuk komunikasi dengan DS18B20
4 #include <DallasTemperature.h>   // Library untuk DS18B20
5
6
7 // Konfigurasi WiFi
8 const char *ssid = "Wifir"; // SSID hotspot atau WiFi
9 const char *password = "123Wifir"; // password hotspot WiFi
10
11 // IP Address Server XAMPP
12 const char *host = "192.168.77.148";
13
14 // define pin SDA dan SCL
15 #define SDA_PIN 32
16 #define SCL_PIN 33
17
18 // set LCD
19 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
20
21 // define pin DHT22 connected
22 #define DHTPIN 2
23 #define DHTTYPE DHT22
24 DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
25
26 // define pin DS18B20
27 const int oneWireBus = 4;
28
29 // Setup oneWire instance to communicate with any OneWire devices
```

Gambar 4.7 Gambar Code Program Dengan Software Arduino IDE

Program coding dimulai dengan inisialisasi pustaka yang diperlukan, seperti DHT.h untuk sensor DHT22, OneWire.h dan DallasTemperature.h untuk DS18B20, serta pustaka komunikasi WiFi pada ESP32. Berikutnya, pin untuk sensor didefinisikan agar sesuai dengan skema perangkat keras. Salah satu bagian penting dari kode adalah fungsi *loop()* yang menjalankan pembacaan data secara periodik. Contohnya:



```

ESP32_Code__program.ino
1 #include <WiFi.h> // Library WiFi bawaan untuk ESP32
2 #include <LiquidCrystal_I2C.h> // Library untuk DHT22
3 #include <DHT.h> // Library untuk DS18B20
4 #include <OneWire.h> // Library untuk komunikasi dengan DS18B20
5 #include <DallasTemperature.h> // Library untuk DS18B20
6
7 // Konfigurasi WiFi
8 const char *ssid = "Wifi"; // SSID hotspot atau WiFi
9 const char *password = "123Nurdin"; // password hotspot WiFi
10
11 // IP Address Server XAMPP
12 const char *host = "192.168.197.148";
13
14 // define pin SDA dan SCL
15 #define SDA_PIN 32
16 #define SCL_PIN 33
17
18 // set LCD
19 LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
20
21 // define pin DHT22 connected
22 #define DHTPIN 2
23 #define DHTTYPE DHT22
24 _dht_dht(DHTPIN, DHTTYPE);

```

Message (Enter to send message to 'ESP32 Dev Module' on '/dev/cu.usbserial-0001')

```

13:39:23.993 -> dstemp: 29.56 C
13:39:55.672 -> Requesting URL: /Monitoring-air-kolam/baca-data.php?data=29.60&dht_hum=89.90&ds_temp=29.63
13:39:55.672 -> HTTP/1.1 200 OK
13:39:55.672 -> Date: Sun, 08 Dec 2024 06:39:55 GMT
13:39:55.672 -> Server: Apache/2.4.56 (Unix) OpenSSL/1.1.1t PHP/8.0.28 mod_perl/2.0.12 Perl/v5.34.1
13:39:55.672 -> X-Powered-By: PHP/8.0.28
13:39:55.734 -> Content-Length: 31
13:39:55.734 -> Connection: close
13:39:55.734 -> Content-Type: text/html; charset=UTF-8
13:39:56.689 ->
13:39:56.689 -> New record created successfullydhtTemp: 29.60 C
13:39:56.721 -> dhtHum: 89.90 %
13:39:56.721 -> dsTemp: 29.60 C
13:39:56.721 -> Receiving URL: /Monitoring-air-kolam/baca-data.php?data=29.70&dht_hum=89.60&ds_temp=29.63
13:40:20.431 -> HTTP/1.1 200 OK
13:40:28.431 -> Date: Sun, 08 Dec 2024 06:40:28 GMT
13:40:28.431 -> Server: Apache/2.4.56 (Unix) OpenSSL/1.1.1t PHP/8.0.28 mod_perl/2.0.12 Perl/v5.34.1
13:40:28.498 -> X-Powered-By: PHP/8.0.28
13:40:28.498 -> Content-Length: 31
13:40:28.498 -> Connection: close
13:40:28.498 -> Content-Type: text/html; charset=UTF-8
13:40:29.455 ->
13:40:29.455 -> New record created successfullydhtTemp: 29.70 C
13:40:29.487 -> dhtHum: 89.60 %
13:40:29.487 -> dsTemp: 29.62 C

```

Gambar 4.8 Gambar Running Program

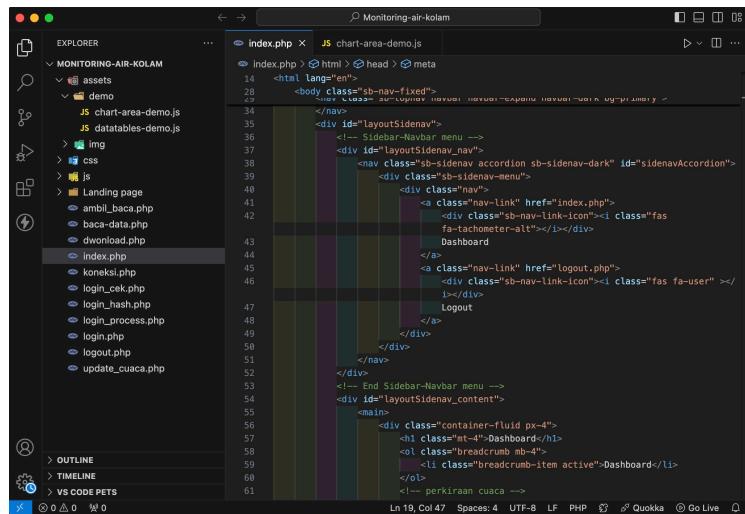
Hasil coding ini memastikan data dapat diambil dengan akurat dari sensor, diproses, dan dikirim ke server dengan protokol HTTP. Pengujian dilakukan dengan memantau *serial monitor* untuk memastikan data terbaca dan dikirim tanpa error. Jika terdapat kesalahan, seperti kegagalan membaca sensor atau pengiriman data, kode telah dilengkapi dengan penanganan error untuk memberikan informasi diagnostik.

B. Pembuatan Software

Pada tahap ini dijelaskan proses pengembangan perangkat lunak (*software*) yang mendukung sistem monitoring suhu dan kelembapan. Software dirancang sesuai dengan kebutuhan sistem dan perancangan yang telah dijelaskan pada Bab 3. Tahap ini mencakup pembuatan *website* untuk visualisasi data dan pengembangan model Long Short-Term Memory (LSTM) untuk prediksi suhu dan kelembapan.

1. Pembuatan Website

Pembuatan *website* bertujuan untuk menampilkan data suhu dan kelembapan secara real-time serta memberikan visualisasi yang informatif dan mudah dipahami. Proses ini diawali dengan pembuatan *frontend* menggunakan HTML, CSS, dan JavaScript.



```
index.php x JS chart-area-demo.js
index.php > html > head > meta
14 <html lang="en">
28   <body class="sb-nav-fixed">
29     <!-- Sidebar-Navbar menu -->
30     <div id="layoutSidenav">
31       <div id="layoutSidenav_nav">
32         <nav class="sb-sidenav accordion sb-sidenav-dark" id="sidenavAccordion">
33           <div class="sb-sidenav-menu">
34             <div class="nav">
35               <a class="nav-link" href="index.php">
36                 <div class="sb-nav-link-icon"><i class="fas fa-tachometer-alt"></i></div>
37                 Dashboard
38               </a>
39             </div>
40           </div>
41         </nav>
42       </div>
43     </div>
44   </body>
45 </html>
```

Gambar 4.9 Gambar Program Frontend Website

Berikut ini pada gambar tabel 3.7 adalah kode backend dengan PHP yang berfungsi untuk menerima data sensor melalui URL, lalu menyimpannya ke database MySQL.

```

<?php
// Koneksi ke database
$servername = "localhost";
$username = "root";
$password = "";
$dbname = "esp_sensor";

// Membuat koneksi
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);

// Cek koneksi
if ($conn->connect_error) {
    die("Connection failed: " . $conn->connect_error);
}

// Ambil data dari URL
$dht_them = $_GET['data'];
$dht_hum = $_GET['dht_hum'];
$ds_them = $_GET['ds_temp'];

// Query untuk menyimpan data
$sql = "INSERT INTO data_sensor (dht_them, dht_hum, ds_them) VALUES ($dht_them, $dht_hum, $ds_them)";

if ($conn->query($sql) === TRUE) {
    echo "New record created successfully";
} else {
    echo "Error: " . $sql . "<br>" . $conn->error;
}

// Tutup koneksi
$conn->close();
?>

```

Ln 19, Col 31 Spaces: 4 UTF-8 LF PHP ⚙️ Go Live

Gambar 4.10 Gambar Program Terima Data

Setelah data berhasil dikirim ke database tahap selanjutnya adalah membuat code program untuk menampilkan data ke table website. Program dibuat dengan perintah SELECT data pada tabel database lalu data ditampilkan dalam table website. Berikut ini pada gambar gambar 4.11 adalah kode programnya.

```

<tbody class="text-center fw-bold fs-3 text">
<?php
// Koneksi ke database
$servername = "localhost";
$username = "root";
$password = "";
$dbname = "esp_sensor";

// Membuat koneksi
$conn = new mysqli($servername, $username, $password, $dbname);

// Memeriksa koneksi
if ($conn->connect_error) {
    die("Koneksi gagal: " . $conn->connect_error);
}

// Query untuk mengambil data terbaru (satu baris)
$sql = "SELECT dht_them, dht_hum, ds_them FROM data_sensor ORDER BY id DESC LIMIT 1";
$result = $conn->query($sql);

if ($result->num_rows > 0) {
    $row = $result->fetch_assoc();
    echo "<tr>
        <td>" . $row["dht_them"] . "</td>
        <td>" . $row["dht_hum"] . "</td>
        <td>" . $row["ds_them"] . "</td>
    </tr>";
} else {
    echo "<tr><td colspan='3'>Tidak ada data</td></tr>";
}
$conn->close();
?>
</tbody>

```

Gambar 4.11 Gambar Program Penampil Data Table

Dengan bantuan pustaka Chart.js untuk menghasilkan grafik suhu dan kelembapan udara dan suhu air. Berikut ini code program untuk melakukanya.

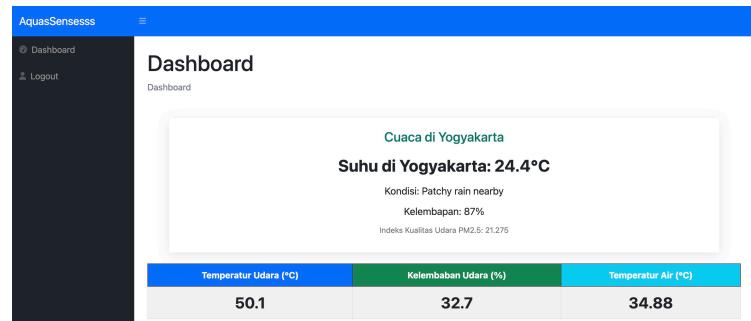
```

<--> Monitoring-air-kolen
index.php js chart-area-demo.js baca-data.php konksi.php ...
EXPLORER
MONITORING-AIR-KO...
assets
js chart-area-demo.js
js databases-demo.js
img
css
Landing page
ambil_baca.php
baca-data.php
dwnload.php
index.php
konksi.php
login.php
login_hash.php
login_process.php
logout.php
update_cuaca.php
chart-area-demo.js
<--> myLineChart
data.js
Chart.defaults.global.defaultFontFamily = '-apple-system,system-ui,BlinkMacSystemFont,"Segoe UI",Roboto,"Helvetica Neue",Arial';
Chart.defaults.global.defaultFontColor = '#292b2c';
// Ambil data dari baca_data.php
fetch('ambil_baca.php')
.then(response => response.json())
.then(data => {
    const waktu = data.map(row => row.waktu);
    const suhuDHT1 = data.map(row => row.dht1_suhu);
    const kelembabanDHT1 = data.map(row => row.dht1_hum);
    const suhuDHT2 = data.map(row => row.dht2_suhu);
    const kelembabanDHT2 = data.map(row => row.dht2_hum);
    // Buat grafik
    var ctx = document.getElementById("myAreaChart");
    var chart = new Chart(ctx, {
        type: "line",
        data: {
            labels: waktu, // Menggunakan data waktu dari database
            datasets: [
                {
                    label: "Suhu DHT22",
                    lineTension: 0.3,
                    backgroundColor: "#fbcb0b",
                    borderColor: "#f9a86a",
                    pointRadius: 5,
                    pointBackgroundColor: "#fbae0b",
                    pointBorderRadius: 5,
                    pointHoverRadius: 5,
                    pointBorderWidth: 2,
                    data: suhuDHT2, // Menggunakan data suhu dari DHT22
                },
                {
                    label: "Kelembaban DHT22",
                    lineTension: 0.3,
                    backgroundColor: "#fbcb0b",
                    borderColor: "#f9a86a",
                    pointRadius: 5,
                    pointBackgroundColor: "#fbae0b",
                    pointBorderRadius: 5,
                    pointHoverRadius: 5,
                    pointBorderWidth: 2,
                    data: kelembabanDHT2, // Menggunakan data kelembaban dari DHT22
                }
            ]
        }
    });
})

```

Gambar 4.12 Gambar Program Visualisasi Data

Hasil akhir dari proses pemrograman website ini membuat integrasi antara *frontend* dan *backend* berjalan dengan baik, termasuk visualisasi data di berbagai perangkat (desktop, tablet, dan ponsel). Output akhir dari pembuatan *website* ini adalah platform yang interaktif dan responsif untuk memantau kondisi lingkungan.



Gambar 4.13 Gambar Website AquaSense Monitoring Suhu Dan kelembaban

AquaSense

Dashboard Logout

Table Data Sensor

10 entries per page Search...

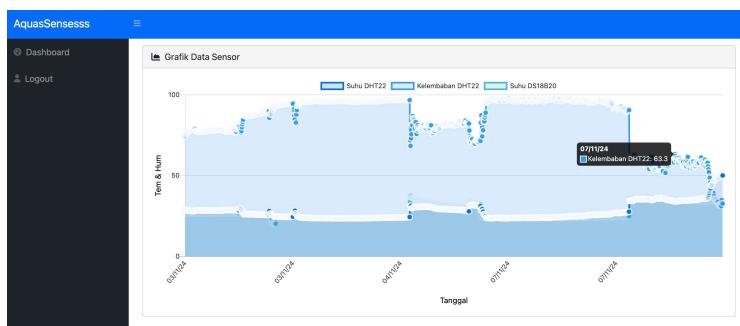
Showing 1 to 10 of 1253 entries

Download Data Excel

ID	Waktu	dht_them (°C)	dht_hum (%)	ds_them (°C)	Cuaca
1	2024-11-03 06:05:40	29.1	74.3	26.56	Cerah
2	2024-11-03 06:06:13	29.1	74.6	26.56	Cerah
3	2024-11-03 06:06:46	28.8	75.4	26.5	Cerah
4	2024-11-03 06:07:18	28.7	76	26.5	Cerah
5	2024-11-03 06:07:51	28.6	76.5	26.56	Cerah
6	2024-11-03 06:08:24	28.5	76.9	26.56	Cerah
7	2024-11-03 06:08:56	28.4	77.1	26.56	Cerah
8	2024-11-03 06:09:29	28.4	77.4	26.5	Cerah
9	2024-11-03 06:10:02	28.4	77.4	26.5	Cerah
10	2024-11-03 06:10:34	28.3	77.6	26.56	Cerah

Copyright © Pras Website 2024

Gambar 4.14 Gambar Data Table Website AquaSense Monitoring Suhu Dan kelembaban



Gambar 4.15 Gambar Visualisasi Data Website AquaSense Monitoring Suhu Dan kelembaban

2. Pembuatan Model LSTM

Pembuatan model Long Short-Term Memory (LSTM) dalam penelitian ini bertujuan untuk memprediksi suhu udara, kelembapan, dan suhu air sungai berdasarkan data historis. Proses ini mencakup pengumpulan data, preprocessing, pembuatan model, pelatihan, evaluasi, serta interpretasi hasil prediksi.

Model LSTM dirancang menggunakan arsitektur berlapis yang terdiri dari satu lapisan LSTM dengan 32 unit neuron. Model ini dirancang untuk memprediksi satu data masa depan dengan memanfaatkan 30 data historis sebagai input. Penggunaan 30 data historis bertujuan untuk memberikan konteks temporal yang lebih kaya, sehingga model dapat menangkap pola dan tren dalam data secara lebih efektif, yang pada akhirnya meningkatkan akurasi prediksi. Berikut adalah hasil model pembelajaran bekerja.

```

## Define LSTM model
lstm_model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.LSTM(32, input_shape=x_train_uni.shape[-2:]),
    tf.keras.layers.Dense(1), tf.keras.layers.Dropout(0.2)
])

lstm_model.compile(optimizer='adam', loss='mae')

steps = 100
EPOCHS = 30

lstm_model.fit(train_uni, epochs=EPOCHS, steps_per_epoch=steps,
               validation_data=val_uni, validation_steps=50)

Epoch 1/30
/usr/local/lib/python3.10/dist-packages/keras/src/layers/rnn/fnn.py:204: UserWarning: Do not pass an `input_shape`/
super().__init__(**kwargs)
100/100 - 4s 21ms/step - loss: 0.8615 - val_loss: 0.8688
Epoch 2/30
100/100 - 2s 21ms/step - loss: 0.8576 - val_loss: 0.8811
Epoch 3/30
100/100 - 1s 15ms/step - loss: 0.8622 - val_loss: 0.8711
Epoch 4/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8627 - val_loss: 0.8683
Epoch 5/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8630 - val_loss: 0.8776
Epoch 6/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8579 - val_loss: 0.8712
Epoch 7/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8531 - val_loss: 0.8665
Epoch 8/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8596 - val_loss: 0.8769
Epoch 9/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8584 - val_loss: 0.8761
Epoch 10/30
100/100 - 2s 19ms/step - loss: 0.8667 - val_loss: 0.8879
Epoch 11/30
100/100 - 2s 21ms/step - loss: 0.8564 - val_loss: 0.8759
Epoch 12/30
100/100 - 1s 15ms/step - loss: 0.8557 - val_loss: 0.8900
Epoch 13/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8433 - val_loss: 0.8844
Epoch 14/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8481 - val_loss: 0.8819
Epoch 15/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8486 - val_loss: 0.8773
Epoch 16/30
100/100 - 1s 14ms/step - loss: 0.8464 - val_loss: 0.8894
Epoch 17/30

```

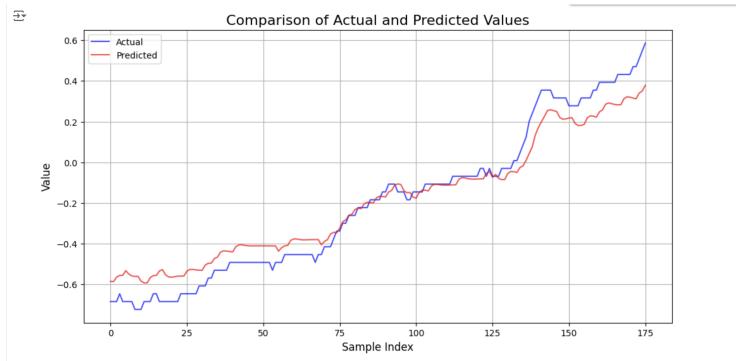
Gambar 4.16 Gambar Hasil Pelatihan Model LSTM EPOCH 30

Proses pelatihan model dilakukan selama 30 epoch dengan langkah per epoch sebanyak 100 batch data, dan validasi dilakukan menggunakan 50 batch data validasi pada setiap epoch. Model ini dievaluasi dengan menggunakan RMSE dan MSE, evaluasi ini akan memberikan gambaran kemampuan model dalam memprediksi data baru. Berikut ini adalah hasil dari model LSTM dalam prediksi nilai data suhu air dan udara lalu kelembaban udara.

Hasil Prediksi Nilai Suhu Udara

Skor RMSE	0.08
Skor MSE	0.07

Tabel 4.1 Tabel Skor RMSE dan MSE suhu udara



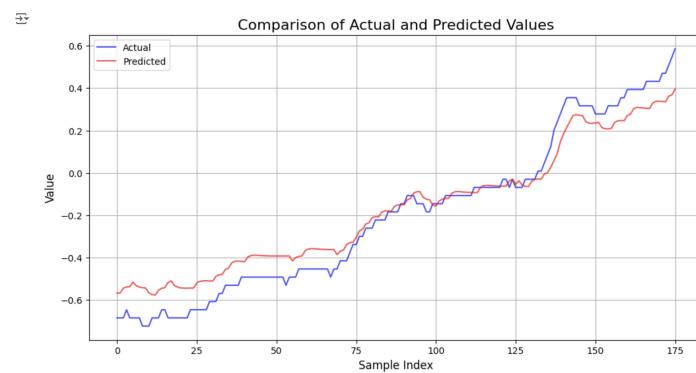
Gambar 4.17 Gambar Grafik Perbandingan Nilai Actual Dan prediksi Suhu udara

Skor RMSE sebesar 0.08 untuk suhu udara menunjukkan bahwa model prediksi suhu udara memiliki kesalahan rata-rata sekitar 0.08 derajat Celsius. Angka ini sangat rendah, yang menandakan bahwa model dapat memprediksi suhu udara dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi.

Hasil Prediksi Nilai Kelembaban Udara

Skor RMSE	0.09
Skor MSE	0.07

Tabel 4.2 Tabel Skor RMSE dan MSE kelembaban udara



Gambar 4.18 Gambar Grafik Perbandingan Nilai Actual Dan prediksi Kelembaban udara

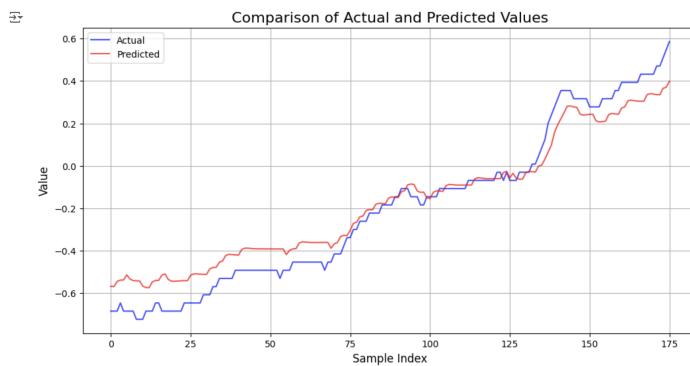
Skor RMSE sebesar 0.09 untuk kelembaban udara menunjukkan bahwa model memprediksi kelembaban dengan rata-rata kesalahan 0.09%. Meskipun kelembaban udara bisa sangat fluktuatif, kesalahan sebesar 0.09% masih sangat

kecil dan menunjukkan bahwa model cukup efektif dalam menangkap perubahan kelembapan dengan akurasi yang tinggi.

Hasil Prediksi Nilai Suhu Air

Skor RMSE	0.09
Skor MSE	0.07

Tabel 4.3 Tabel Skor RMSE dan MSE suhu air



Gambar 4.19 Gambar Grafik Perbandingan Nilai Actual Dan prediksi Suhu Air

Skor RMSE sebesar 0.09 untuk suhu air menunjukkan bahwa model memprediksi suhu air dengan kesalahan rata-rata sekitar 0.09 derajat Celsius. Seperti suhu udara, suhu air memiliki variabilitas, dan kesalahan prediksi sekecil ini menunjukkan bahwa model cukup baik dalam memprediksi fluktuasi suhu air.

C. Pengerjaan Pengujian

Hasil dan Pengujian dari penelitian yang dirancang pada bab 3 adalah sebagai berikut:

1. Hasil Pengujian Sensor

Proses pengujian sensor dilakukan untuk mengevaluasi akurasi dan keandalan pengukuran suhu udara, kelembapan, dan suhu air sungai. Pegujian dilakukan dengan membandikan data dari sensor dengan termometer. Untuk

melihat akurasi pengujian digunakan rumus menghitung selisih pengujian berikut ini rumusnya:

$$\text{Selisih} = \text{Sensor} - \text{Termometer}$$

Pengujian Suhu Sensor DHT22 Vs Termometer

Tujuan pengujian suhu antara sensor DHT22 dan termometer adalah untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan keandalan sensor DHT22 dalam mengukur suhu udara dengan membandingkannya terhadap termometer sebagai alat pengukuran referensi. Berikut hasil pengujian:

No	DHT22	Termometer	Selisih
1	24.4	24	0.4
2	24.1	24	0.1
3	24.2	24	0.2
4	24.1	24	0.1
5	24	24	0.0
6	24.1	24	0.1
7	24.4	24	0.4
8	24.1	24	0.1
9	23.9	24	0.1
10	24	24	0.0

Tabel 4.4 Tabel Pengujian Suhu Sensor DHT22 Vs Termometer

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DHT22 bekerja sesuai dengan spesifikasi akurasi yaitu ($\pm 0.5^\circ\text{C}$). Selisih pengukuran tertinggi sebesar 0.4°C hal ini masih dibawah batas toleransi akurasi pengukuran. Hasil pengukuran sensor DHT22 sudah sangat baik dan berada dalam rentang yang dapat diterima. Oleh karena itu, sensor DHT22 dapat dianggap akurat dan layak digunakan untuk aplikasi pemantauan suhu sesuai dengan standar yang ditetapkan dalam data sheet.

Pengujian Kelembaban Sensor DHT22 Vs Hygrometer Termometer

Tujuan dari pengujian kelembaban antara sensor DHT22 dan hygrometer termometer adalah untuk mengevaluasi tingkat akurasi dan konsistensi pengukuran kelembaban udara yang dilakukan oleh sensor DHT22 dengan membandingkannya terhadap hygrometer termometer sebagai alat pembanding. Berikut hasil pengujian:

No	DHT22	Hygrometer Termometer	Selisih
1	60.5	61.0	-0.5
2	62.1	62.5	-0.4
3	58.9	59.2	-0.3
4	65.3	65.0	0.3
5	55.6	56.0	-0.4
6	63.4	63.2	0.2
7	50.2	50.2	0.0
8	52.8	53.0	-0.2
9	61.0	60.8	0.2
10	59.5	59.0	0.5

Tabel 4.5 Tabel Pengujian Kelembaban Sensor DHT22 Vs Hygrometer Termometer

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan untuk membandingkan pengukuran kelembapan antara sensor DHT22 dan thermometer hygrometer, dapat disimpulkan bahwa kedua alat memberikan pembacaan kelembapan yang sangat mirip, dengan perbedaan yang sangat kecil pada sebagian besar data. Selisih kelembapan antara kedua sensor berkisar antara -0.5% hingga +0.5%, yang menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi. Hal ini sejalan dengan spesifikasi yang tertera pada datasheet DHT22, yang menyatakan bahwa sensor ini memiliki akurasi kelembapan sekitar $\pm 2\%$ RH pada rentang kelembapan 0-100% RH.

Pengujian Suhu Air Sensor Ds18b20 Vs Termometer

Pengujian suhu antara sensor DS18B20 dan termometer bertujuan untuk membandingkan akurasi dan kinerja kedua alat dalam mengukur suhu di lingkungan yang sama. Berikut hasil pengujianya:

No	Ds18b20	Termometer	Selisih
1	26.6	26	0.6
2	25.3	25	0.3
3	25.2	25	0.2
4	25.5	25	0.5
5	25.5	25	0.5
6	24.3	24	0.3
7	23.6	23	0.6
8	23.6	23	0.6
9	23.2	23	0.2
10	23.3	23	0.3

Tabel 4.6 Tabel Pengujian Suhu Air Sensor Ds18b20 Vs Termometer

Berdasarkan hasil pengujian selisih antara sensor DS18B20 dan termometer, yang menunjukkan perbedaan suhu antara 0.2°C hingga 0.6°C , dapat disimpulkan bahwa hasil ini sesuai dengan akurasi yang tercantum dalam datasheet sensor DS18B20. Menurut datasheet, sensor ini memiliki akurasi sekitar $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ pada rentang suhu -10°C hingga $+85^{\circ}\text{C}$, yang berarti selisih suhu yang ditemukan dalam pengujian berada dalam batas toleransi yang diharapkan. Perbedaan suhu yang konsisten antara 0.2°C hingga 0.6°C menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memberikan pembacaan suhu yang stabil dan dapat diandalkan.

2. Hasil Pengujian Kirim Data

Proses pengiriman data ini dilakukan dari sensor ke database. Sensor membaca data lingkungan suhu dan kelembapan, yang kemudian diproses oleh mikrokontroler ESP32 untuk dikirimkan ke server. Proses pengiriman data menggunakan HTTP, di mana mikrokontroler menggunakan protokol HTTP untuk mengirimkan data ke server dalam bentuk URL. Proses ini dapat dilakukan dengan metode GET.

Data yang berbentuk URL dibaca menggunakan pemrograman PHP. File PHP di server menangkap parameter dari URL menggunakan `$_GET` untuk memproses data yang diterima. PHP kemudian digunakan untuk melakukan koneksi ke database secara lokal dengan Xampp. Selanjutnya, data dikirim ke database dengan SQL. PHP menjalankan perintah SQL seperti `INSERT` untuk menyimpan data ke dalam tabel di database. Berikut hasil pengiriman data ke database.

		id	waktu	dht_them	dht_hum	ds_them	cuaca
<input type="checkbox"/>		1	2024-11-03 06:05:40	29.1	74.3	26.56	0
<input type="checkbox"/>		2	2024-11-03 06:06:13	29.1	74.6	26.56	0
<input type="checkbox"/>		3	2024-11-03 06:06:46	28.8	75.4	26.5	0
<input type="checkbox"/>		4	2024-11-03 06:07:18	28.7	76	26.5	0
<input type="checkbox"/>		5	2024-11-03 06:07:51	28.6	76.5	26.56	0
<input type="checkbox"/>		6	2024-11-03 06:08:24	28.5	76.9	26.56	0
<input type="checkbox"/>		7	2024-11-03 06:08:56	28.4	77.1	26.56	0
<input type="checkbox"/>		8	2024-11-03 06:09:29	28.4	77.4	26.5	0
<input type="checkbox"/>		9	2024-11-03 06:10:02	28.4	77.4	26.5	0
<input type="checkbox"/>		10	2024-11-03 06:10:34	28.3	77.6	26.56	0

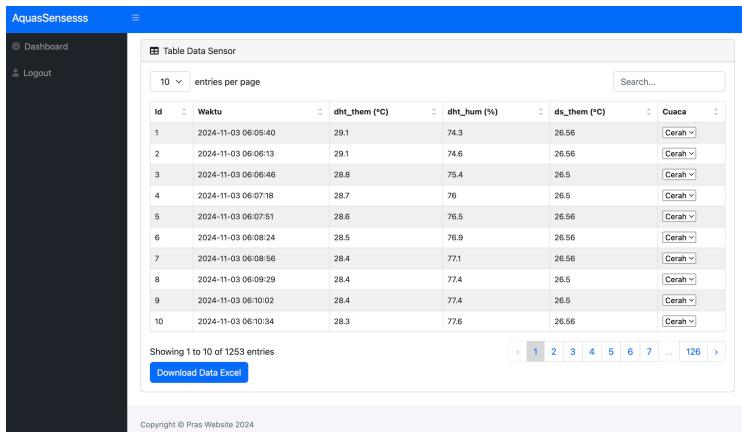
Gambar 4.20 Gambar Hasil Pengiriman Data Ke Database

3. Hasil Pengujian Webiste

Hasil Terima Data

Proses pertama yang dilakukan adalah mengambil data dari database untuk ditampilkan pada tabel di website. Pengambilan data ini dilakukan menggunakan pemrograman PHP, di mana PHP mengirimkan perintah SQL **SELECT** untuk mengambil data dari tabel dalam database. Query SQL tersebut akan memilih kolom-kolom suhu, kelembapan, cuaca dan waktu dari tabel, dengan mengurutkan

hasilnya berdasarkan waktu terbaru. Setelah data diambil, PHP akan mengolah hasil query dan menampilkan data tersebut dalam bentuk tabel HTML di website.



The screenshot shows a web-based dashboard titled "AquaSensees". On the left, there's a sidebar with "Dashboard" and "Logout" options. The main area is titled "Table Data Sensor" and displays a table of 10 entries. The table has columns: Id, Waktu, dht_them (*C), dht_hum (%), ds_them (*C), and Cuaca. Each row contains a timestamp from 2024-11-03 06:05:40 to 2024-11-03 06:10:34, and values for temperature and humidity. The "Cuaca" column shows the weather condition as "Cerah" (Clear) for all entries. At the bottom of the table, there's a "Download Data Excel" button and a page navigation bar showing pages 1 through 128.

Id	Waktu	dht_them (*C)	dht_hum (%)	ds_them (*C)	Cuaca						
						Search...					
1	2024-11-03 06:05:40	29.1	74.3	26.56	Cerah						
2	2024-11-03 06:06:13	29.1	74.6	26.56	Cerah						
3	2024-11-03 06:06:46	28.8	75.4	26.5	Cerah						
4	2024-11-03 06:07:18	28.7	76	26.5	Cerah						
5	2024-11-03 06:07:51	28.6	76.5	26.56	Cerah						
6	2024-11-03 06:08:24	28.5	76.9	26.56	Cerah						
7	2024-11-03 06:08:56	28.4	77.1	26.56	Cerah						
8	2024-11-03 06:09:29	28.4	77.4	26.5	Cerah						
9	2024-11-03 06:10:02	28.4	77.4	26.5	Cerah						
10	2024-11-03 06:10:34	28.3	77.6	26.56	Cerah						

Gambar 4.21 Gambar Hasil Terima Data Pada Table

Tabel HTML ini akan menampilkan setiap baris data, yang berisi nilai suhu, kelembapan, cuaca dan waktu yang tersimpan dalam database. Dengan demikian, proses ini memungkinkan data yang tersimpan dalam database dapat diakses dan ditampilkan secara real-time di website, memberikan kemudahan bagi pengguna untuk memantau data yang diperoleh dari sensor.

4. Hasil Pengujian Model LSTM

Pada penelitian ini, model *Long Short-Term Memory* (LSTM) dibangun dengan menggunakan beberapa parameter penting untuk mengatur arsitektur model dan proses pelatihan. Parameter-parameter yang digunakan antara lain history window, future window, layer list, batch size, buffer, steps, dan epoch.

1. History window berfungsi untuk menentukan jumlah data historis yang digunakan sebagai input untuk prediksi, sedangkan.
2. Future window mengatur jumlah langkah ke depan yang ingin diprediksi oleh model.
3. Layer list berisi jumlah dan jenis lapisan yang digunakan dalam model LSTM, yang berperan dalam menentukan kompleksitas model.
4. Batch size mengatur jumlah data yang diproses dalam satu iterasi pelatihan.

5. Buffer berkaitan dengan penyimpanan sementara data.
6. Steps mengacu pada jumlah langkah dalam satu epoch pelatihan,
7. Epoch menunjukkan jumlah keseluruhan siklus pelatihan yang dilakukan untuk mencapai konvergensi model.

Berikut ini pada tabel tabel 4.7 adalah settingan prameter pada model LSTM.

Parameter	Nilai
History Window	30
Future Window	1
Layer List	32
Batch Size	32
Buffer	1000
Steps	100
Epoch	30

Tabel 4.7 Tabel Settingan Parameter Model LSTM

Sebelum proses pelatihan dimulai, data yang digunakan untuk pelatihan terlebih dahulu distandarisasi agar berada dalam rentang nilai antara 0 hingga 1. Proses standarisasi ini penting untuk memastikan bahwa semua variabel input memiliki skala yang sama, yang pada gilirannya mempermudah model dalam mempelajari pola data secara efisien selama proses pelatihan. Dengan pengaturan parameter yang tepat, diharapkan model LSTM dapat memberikan prediksi yang lebih akurat dan optimal. Berikut tabel hasil pelatihan model lstm didapat nilai actual dan prediksi.

Nilai Suhu Udara Actual	Nilai Hasil Prediksi
-0.684530	-0.585240
-0.684530	-0.586612
-0.684530	-0.564238
-0.646031	-0.556212
-0.684530	-0.555520
-0.684530	-0.532516
-0.684530	-0.549557
-0.684530	-0.558501
100+	100+

Tabel 4.8 Tabel Data Asli Dan Prediksi Suhu Udara

Nilai Kelembaban Udara Actual	Nilai Hasil Prediksi
-0.684530	-0.567789
-0.684530	-0.566529
-0.684530	-0.544728
-0.646031	-0.538570
-0.684530	-0.537639
-0.684530	-0.515506
-0.684530	-0.532129
100+	100+

Tabel 4.9 Tabel Data Asli Dan Prediksi kelembaban Udara

Nilai Suhu Air Actual	Nilai Hasil Prediksi
-0.684530	-0.567691
-0.684530	-0.568482
-0.684530	-0.544386
-0.646031	-0.538287
-0.684530	-0.538152
-0.684530	-0.513597
-0.684530	-0.533423
100+	100+

Tabel 4.10 Tabel Data Asli Dan Prediksi Suhu Air

Berdasarkan perbandingan antara nilai aktual dan hasil prediksi untuk suhu udara dan kelembaban udara serta suhu air, dapat disimpulkan bahwa model prediksi menunjukkan akurasi yang cukup baik dengan selisih yang relatif kecil. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu memprediksi dengan tepat perubahan kondisi suhu dan kelembaban udara serta suhu air.

5. Hasil Pengujian Uji Korelasi Hubungan antara suhu dan kelembaban udara dengan suhu air

Suhu Udara Dengan Suhu Air

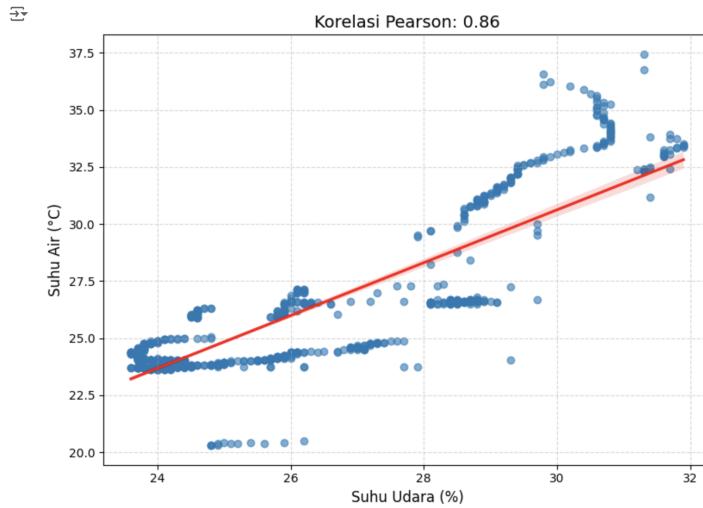
```
# Calculate Pearson correlation between air_temperature and water_temperature
pearson_corr = data['dht_them (°C)'].corr(data['ds_them (°C)'])

print("Pearson correlation between air temperatureand water temperature:", pearson_corr)
Pearson correlation between air temperatureand water temperature: 0.8570557203890846
```

Gambar 4.22 Gambar Skor Uji Korelasi Suhu Udara Dengan Suhu Air

Hasil uji korelasi Pearson antara suhu udara dan suhu air sungai menunjukkan nilai sebesar 0.857. Nilai ini menunjukkan adanya hubungan yang kuat antara suhu udara dan suhu air sungai. Nilai uji korelasi yang mendekati +1 mengindikasikan bahwa kenaikan suhu udara cenderung diikuti oleh kenaikan

suhu air secara konsisten. Berikut grafik hasil uji korelasi suhu udara dan suhu air.



Gambar 4.23 Gambar Hasil Uji Korelasi Suhu Udara Dengan Suhu Air

Pada visualisasi scatter plot diatas menunjukkan hasil visualisasi dari uji korelasi Pearson antara suhu udara dan suhu air. Pada grafik ini sumbu X mewakili suhu udara dalam satuan derajat Celsius ($^{\circ}\text{C}$) sedangkan sumbu Y menunjukkan suhu air dalam satuan yang sama. Titik-titik biru mewakili data yang diamati dan garis merah menunjukkan garis tren linear yang menggambarkan hubungan antara kedua variabel tersebut.

Nilai korelasi Pearson yang tercantum yaitu 0.86 menunjukkan adanya korelasi positif yang kuat antara suhu udara dan suhu air. Artinya ketika suhu udara meningkat suhu air cenderung meningkat pula. Korelasi ini cukup tinggi, yang berarti bahwa suhu udara memiliki pengaruh yang signifikan terhadap suhu air, meskipun ada beberapa variasi data di sekitar garis tren.

Kelembaban Udara Dengan Suhu Air

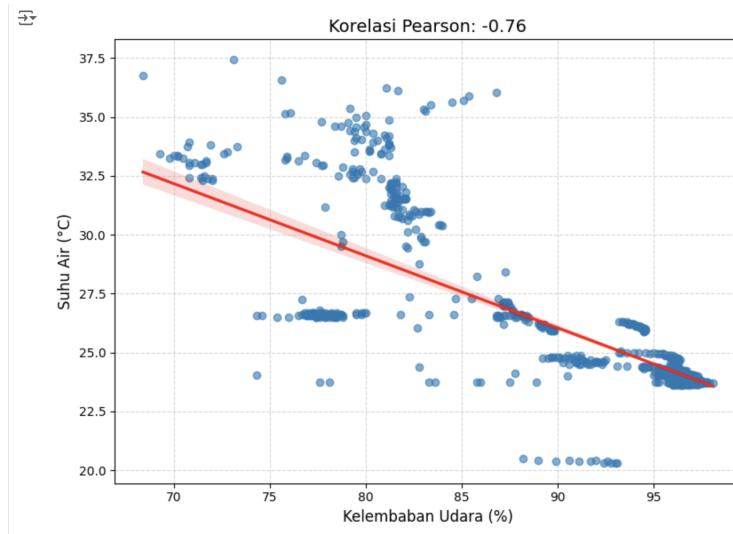
```
[7] # Calculate Pearson correlation between air_Humidity and water_temperature
pearson_corr = data['dht_hum (%)'].corr(data['ds_them (°C)'])

print("Pearson correlation between air humidity water temperature:", pearson_corr)
Pearson correlation between air humidity water temperature: -0.7635465452873462
```

Gambar 4.24 Gambar Skor Uji Korelasi Kelembaban Udara Dengan Suhu Air

Hasil uji korelasi Pearson antara kelembapan udara dan suhu air sungai menunjukkan nilai sebesar -0.763. Nilai ini menunjukkan adanya hubungan negatif yang kuat antara kelembapan udara dan suhu air. Korelasi negatif ini mengindikasikan bahwa ketika kelembapan udara meningkat suhu air cenderung menurun dan sebaliknya. Kekuatan hubungan ini cukup signifikan meskipun arah hubungan berbeda dengan hubungan suhu udara dan suhu air.

Hubungan ini penting dalam memahami dinamika lingkungan terutama dalam konteks evaluasi kualitas air sungai. Kelembapan udara dapat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi perubahan suhu air yang pada gilirannya dapat memengaruhi ekosistem air secara keseluruhan.



Gambar 4.25 Gambar Hasil Uji korelasi Kelembaban Udara Dengan Suhu Air

Pada visualisasi scatter plot diatas menunjukkan hasil visualisasi uji korelasi Pearson antara kelembapan udara dan suhu air. Pada grafik ini, sumbu X merepresentasikan kelembapan udara dalam persen (%), sedangkan sumbu Y menunjukkan suhu air dalam derajat Celsius (°C). Titik-titik biru menggambarkan data observasi, sementara garis merah menunjukkan garis regresi linear yang mengilustrasikan hubungan antara kedua variabel.

Nilai korelasi Pearson yaitu -0.76, menunjukkan adanya hubungan negatif yang kuat antara kelembapan udara dan suhu air. Artinya ketika kelembapan udara

meningkat suhu air cenderung menurun. Garis tren merah yang miring ke bawah mengkonfirmasi hubungan negatif ini. Korelasi yang signifikan ini menunjukkan bahwa kelembapan udara memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap variasi suhu air.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal terkait implementasi sistem pemantauan suhu udara, kelembapan, dan suhu air sungai menggunakan model *Long Short-Term Memory* (LSTM).

1. Peneliti berhasil membuat alat untuk memonitor suhu air sungai, suhu udara, dan kelembapan sekitar sungai dengan memanfaatkan IoT dibuktikan alat dapat mengirimkan data ke website dan pada website data berhasil divisualisasikan dalam bentuk grafik dan tabel.
2. Peneliti berhasil membuat sistem prediksi suhu dan kelembaban udara serta suhu air dengan memakai algoritma LSTM. Model LSTM mampu bekerja dengan baik memakai 1000 dataset dibuktikan dengan skor eror untuk suhu udara $RMSE = 0.08$, suhu air skor $RMSE = 0.09$ dan skor $RMSE$ kelembaban udara sebesar 0.09.
3. Peneliti berhasil membuktikan hubungan suhu udara vs suhu air dan kelembaban udara vs suhu air dengan memakai skor uji korelasi. Suhu air dan suhu udara memiliki skor uji korelasi sebesar 0.85 yang artinya kedua parameter ini memiliki hubungan yang saling mempengaruhi secara positif, ketika suhu udara tinggi maka suhu air tinggi dan sebaliknya selanjutnya untuk hubungan kelembaban udara dengan suhu air mendapat skor uji korelasi sebesar -0.76 yang artinya kedua parameter ini memiliki hubungan yang saling mempengaruhi namun secara negatif, ketika kelembaban tinggi maka suhu air rendah dan sebaliknya.

B. Saran

Meskipun penelitian ini telah menunjukkan hasil yang baik, ada beberapa langkah yang dapat diambil untuk meningkatkan hasil dan pengembangan sistem di

masa mendatang:

1. Penambahan Fitur Prediksi Pada Website: Fitur ini akan membantu user untuk langsung mendapatkan hasil prediksi tanpa harus mendownload data dan memasukanya ke program LSTM.
2. Peningkatan Data Pelatihan: Agar model LSTM dapat bekerja lebih optimal, disarankan untuk menggunakan dataset yang lebih besar dan lebih beragam. Penambahan data dalam jumlah lebih banyak dapat meningkatkan generalisasi model dalam memprediksi kondisi yang belum terlihat sebelumnya.
3. Peningkatan Akurasi Model: Akurasi model LSTM dapat ditingkatkan dengan melakukan tuning hyperparameter, seperti jumlah unit pada lapisan LSTM, ukuran batch, dan panjang jendela waktu. Selain itu, pengujian dengan model lain, seperti GRU (Gated Recurrent Unit), bisa dilakukan untuk membandingkan kinerjanya.
4. Pengembangan Sistem Prediksi Lanjutan: Penelitian lebih lanjut dapat fokus pada pengembangan sistem prediksi jangka panjang untuk memantau tren suhu dan kelembapan di masa mendatang. Menggunakan model yang lebih kompleks tujuannya agar dapat menghasilkan prediksi yang lebih akurat untuk keperluan perencanaan jangka panjang.

Dengan mengikuti saran-saran di atas, diharapkan sistem ini dapat berkembang lebih lanjut memberikan manfaat yang lebih besar dalam pemantauan lingkungan serta berkontribusi pada mitigasi dampak perubahan iklim dan bencana alam yang terkait dengan suhu dan kelembapan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfirmasnyah, A., Reflis, R., Utama, S. P., Ramdhon, M., Adeko, R., Arifin, Z., Ali, H., Siswahyono, S., and Jayanti, U. (2022). Analisis kualitas dan perumusan strategi pengendalian pencemaran air sungai rawas kabupaten musi rawas utara. *Journal of Innovation Research and Knowledge*, 2(7):2983–2988.
- Amir, F., Utami, E., and Hanafi, H. (2024). Literature study on the development of neural networks for weather forecasting. *Jurnal Teknologi*, 17(1):49–57.
- Astari, K. and Rohmah, R. N. (2023). *Sistem Monitoring Kualitas Air pada Budidaya Ikan Lele dengan Teknologi Internet of Things (IoT)*. PhD thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Firmansyah, Z. A. (2019). *Monitoring Kualitas Air Kolam Pembenihan Ikan Koi Berbasis Internet Of Things*. PhD thesis, Universitas Komputer Indonesia.
- Lattifia, T., Buana, P. W., Kadek, N., and Rusjayanthy, D. (2022). Model prediksi cuaca menggunakan metode lstm.
- Natsir, M., Rendra, D. B., and Anggara, A. D. Y. (2019). Implementasi iot untuk sistem kendali ac otomatis pada ruang kelas di universitas serang raya. *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset dan Observasi Sistem Komputer*, 6(1).
- PANDIANGAN, Y. S., ZULAIKHA, S., WARTO, W., and YUDO, S. (2023). Status kualitas air sungai ciliwung berbasis pemantauan online di wilayah dki jakarta ditinjau dari parameter suhu, ph, tds, do, dhl, dan kekeruhan: Status of ciliwung river water quality based on online monitoring in dki jakarta area in terms of temperature, ph, tds, do, dhl, and turbidity parameters. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 24(2):176–182.
- Rianto, A., Kusanti, J., and Sudalyo, R. A. T. (2023). Perancangan monitoring limbah air sungai bengawan solo di kalurahan sewu. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Darul Ulum*, 2(2):88–95.
- Rifa', A., Udin, M., Rasyid, H. A., Gunawan, A. I., Elektronika, P., and Surabaya, N. (2021). Sistem pemantauan dan kontrol otomatis kualitas air berbasis iot menggunakan platform node-red untuk budidaya udang 1. *Jurnal Teknologi Terapan* —, 7.
- Sirajuddin, N., Wahditiya, A., and Saleky, V. (2023). Efek perubahan iklim terhadap usaha tambak ikan bandeng di desa bulu cindea biringkassi, kecamatan bungoro, kabupaten pangkep. *Journal of Coastal and Deep Sea*, 1(1):22–30.
- Smagulova, K. and James, A. (2019). A survey on lstm memristive neural network architectures and applications. *The European Physical Journal Special Topics*, 228(10):2313–2324.
- Staudemeyer, R. C. and Morris, E. R. (2019). Understanding LSTM - a tutorial into long short-term memory recurrent neural networks. *CoRR*, abs/1909.09586.

- Syarifudin, A. et al. (2017). *Hidrologi Terapan*. Penerbit Andi.
- Yolanda, Y. (2023). Analisa pengaruh suhu, salinitas dan ph terhadap kualitas air di muara perairan belawan. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*, 11(2):329–337.

LAMPIRAN A

KODE PROGRAM

Lampiran A.1. Program Pembacaan Sensor DHT22 Dan Ds18b20

[https://drive.google.com/drive/folders/
1P1RTKmRFgTgoDlOfr4j8MBnLeI1VuC?usp=dr](https://drive.google.com/drive/folders/1P1RTKmRFgTgoDlOfr4j8MBnLeI1VuC?usp=dr)

Lampiran A.2. Program Website

[https://drive.google.com/drive/folders/
1FiabuuvyhEUjN-Gcv3Pg8AfGs8OSLb9R?usp=dr](https://drive.google.com/drive/folders/1FiabuuvyhEUjN-Gcv3Pg8AfGs8OSLb9R?usp=dr)

Lampiran A.3. Program LSTM

[https://drive.google.com/drive/folders/
1P1RTKmRFgTgoDlOfr4j8MBnLeI1VuC?usp=dr](https://drive.google.com/drive/folders/1P1RTKmRFgTgoDlOfr4j8MBnLeI1VuC?usp=dr)

Lampiran A.4. Program Uji Korelasi

[https://drive.google.com/drive/folders/15_
MiMWTRQLD-i3nCiRtGqxkBW-jCulzd?usp=drive_link](https://drive.google.com/drive/folders/15_MiMWTRQLD-i3nCiRtGqxkBW-jCulzd?usp=drive_link)

LAMPIRAN B

TEKNIK

Lampiran B.1. Hardware Elektrikal

https://drive.google.com/drive/folders/14Lq0StUjfRRH_FJpKf1ja5jHT9NO7XTn?usp=drive_link

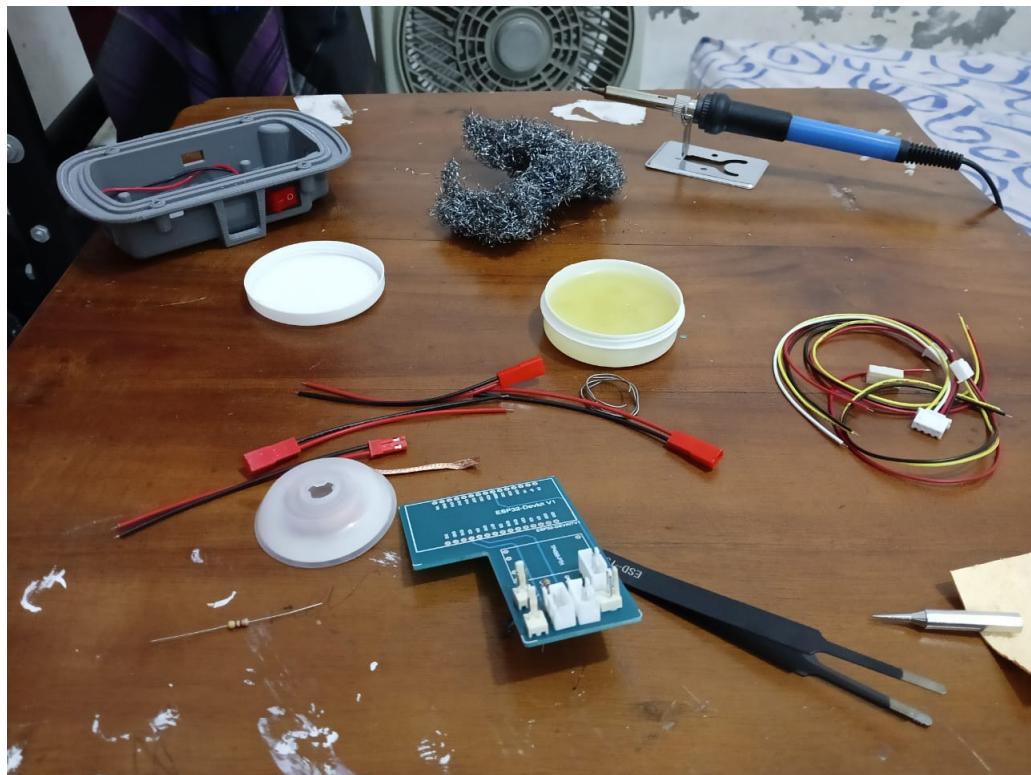
Lampiran B.2. Mechanical

https://drive.google.com/drive/folders/146tS87_HOdNh82OJkjD6WEGI1IvL3o3i?usp=drive_link

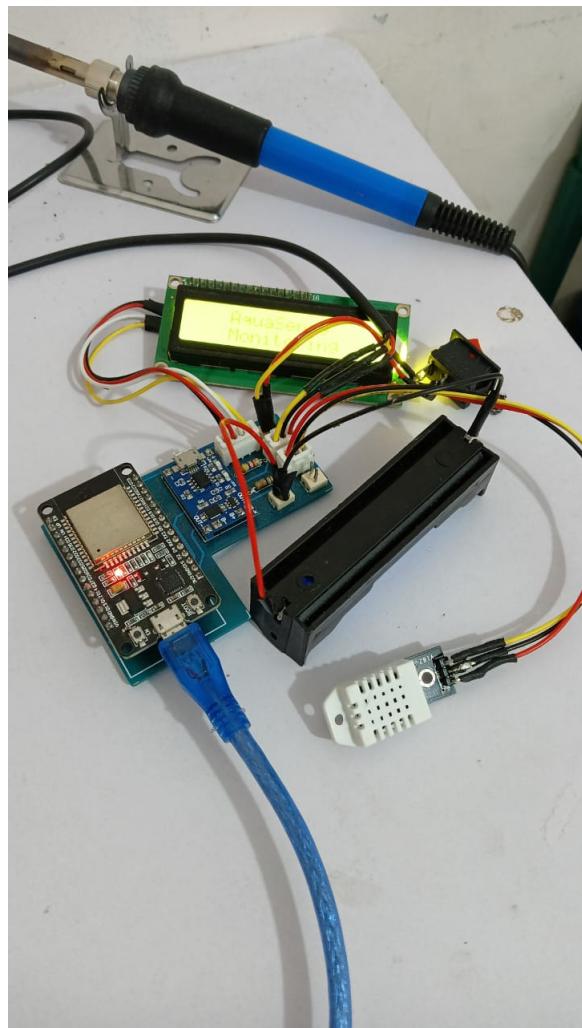
LAMPIRAN C

GAMBAR-GAMBAR

Lampiran C.1. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir



Lampiran C.2. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir



Lampiran C.3. Foto Lokasi Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Lokasi Sungai Oyo Ngawen Gunungkidul



Lampiran C.4. Foto Lokasi Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Lokasi Sungai Oyo Ngawen Gunungkidul



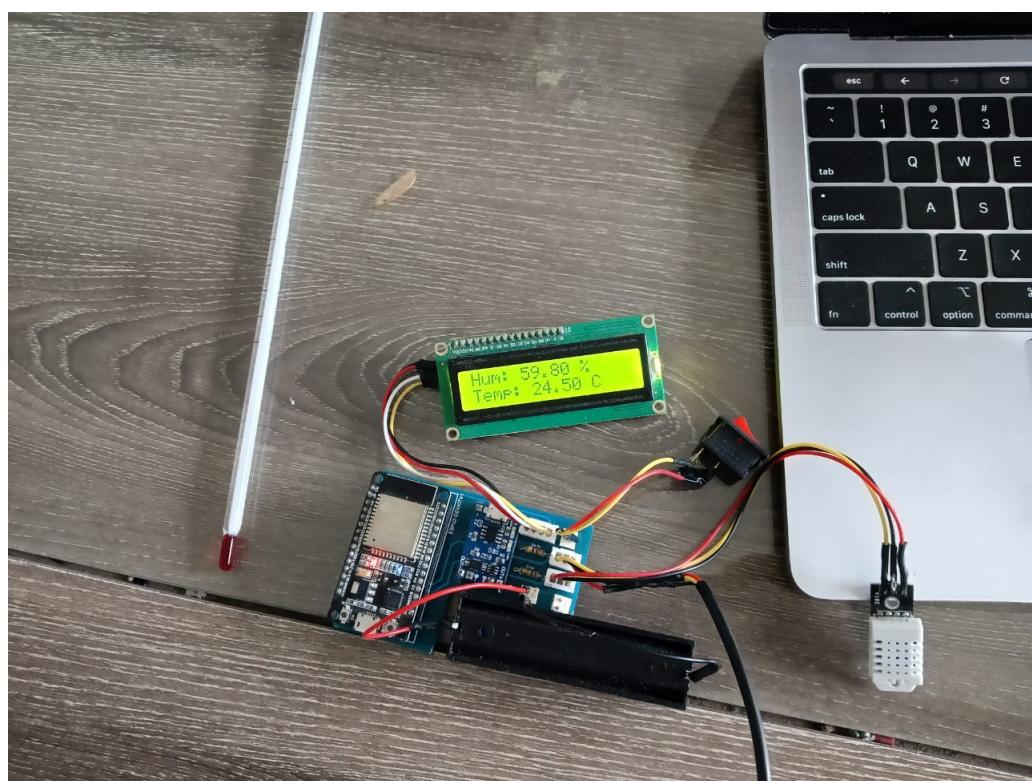
Lampiran C.5. Foto Lokasi Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Lokasi Kolam Ikan



Lampiran C.6. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Pengujian Kelembaban Sensor



Lampiran C.7. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Pengujian Suhu Udara Sensor



Lampiran C.8. Foto Aktivitas Kegiatan Proyek Akhir Pengujian Suhu Air Sensor

