

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM *CLUSTERING*
AIR PADA *WATER TREATMENT PLANT* DI BANDARA
MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER ESP 32
BERDASAR PADA *INTERNET OF THINGS (IOT)* DAN *FUZZY*
*LOGIC***

PROYEK AKHIR



Oleh :

MUHAMMAD RIDWAN HAKIM
NIT. 30121041

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

**RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM *CLUSTERING*
AIR PADA *WATER TREATMENT PLANT* DI BANDARA
MENGUNAKAN MIKROKONTROLLER ESP 32
BERDASAR PADA *INTERNET OF THINGS (IOT)* DAN *FUZZY*
*LOGIC***

PROYEK AKHIR

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Ahli Madya
(A.Md.) pada Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandara



Oleh :

MUHAMMAD RIDWAN HAKIM
NIT. 30121041

**PROGRAM STUDI DIPLOMA 3 TEKNIK LISTRIK BANDARA
POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM *CLUSTERING* AIR PADA
WATER TREATMENT PLANT DI BANDARA MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLLER ESP 32 BERDASAR PADA *INTERNET OF THINGS*
(*IOT*) DAN *FUZZY LOGIC*

Oleh:
MUHAMMAD RIDWAN HAKIM
NIT. 30121041

Disetujui untuk diujikan pada :
Surabaya, 9 Agustus 2024

Dosen Pembimbing 1 : RIFDIAN INDRIANTO S., S.T., M.M., M.T.
NIP. 19810629 200912 1 002

Dosen Pembimbing 2 : Ir. WASITO UTOMO, M.M.
NIP. 19600506 199203 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM *CLUSTERING* AIR PADA
WATER TREATMENT PLANT DI BANDARA MENGGUNAKAN
MIKROKONTROLLER ESP 32 BERDASAR PADA *INTERNET OF THINGS*
(*IOT*) DAN *FUZZY LOGIC*

Oleh:
MUHAMMAD RIDWAN HAKIM
NIT. 30121041

Telah dipertahankan dan dinyatakan lulus pada Ujian Proyek Akhir Program
Pendidikan Diploma 3 Teknik Listrik Bandara
Politeknik Penerbangan Surabaya
Pada tanggal : 9 Agustus 2024

Panitia Penguji :

1. Ketua : Dr SLAMET HARIYADI, S.T., M.M.
NIP. 19630408 198902 1 001
2. Sekretaris : Ir. WASITO UTOMO, M.M.
NIP. 19600506 199203 1 003
3. Anggota : RIFDIAN INDRIANTO S., S.T., M.M., M.T
NIP. 19810629 200912 1 002

Ketua Program Studi
D 3 Teknik Listrik Bandara



Dr. GUNAWAN SAKTI, ST, MT.
NIP. 19881001 200912 1 003

HALAMAN PERSEMBAHAN

MOTTO

**“Tidak Semua Orang Ingin Kamu Gagal,
Tapi Hampir Semua Orang Tidak Ingin
Kamu Lebih Dari Mereka”**

PERSEMBAHAN :

Proyek Akhir ini adalah salah satu bagian dari ibadahku kepada Allah SWT, karena hanya KepadaNya kami menyembah dan kepadaNya kami memohon pertolongan.

Sekaligus sebagai ungkapan terima kasihku kepada:

Bapak Ponco Hari Bawono dan Ibu Sulistyani, Orang Tua terhebat yang selalu memberikan do'a dan motivasi untuk putranya.

Saudaraku Vita yang selalu memberikan inspirasi dan semangat.

Semua pihak yang membantu dalam menyusun dan mengerjakan Proyek Akhir ini.

Rekan – rekan seperjuangan yang penuh dengan sebuah cerita.

Terima kasih semua.

ABSTRAK

RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM *CLUSTERING* AIR PADA *WATER TREATMENT PLANT* DI BANDARA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ESP 32 BERDASAR PADA *INTERNET OF THINGS* (*IOT*) DAN *FUZZY LOGIC*

Oleh:
MUHAMMAD RIDWAN HAKIM
NIT. 30121041

Kualitas air pada instalasi pengolahan air (*water treatment plant*) di bandara adalah aspek yang cukup krusial yang mempengaruhi kesehatan dan pelayanan penumpang serta operasional bandara. Salah satu yang perlu diperhatikan ialah proses pendistribusian air bersih, dimana air bersih merupakan hal yang wajib diperhatikan karena nantinya air bersih ini akan digunakan untuk seluruh kegiatan yang ada di bandara dan air tersebut harus dalam keadaan benar-benar bersih sesuai dengan aturan yang ditetapkan Kementerian Kesehatan. Pengolahan kualitas air pada *water treatment plant* di bandara sangat penting dan perlu untuk diadakannya pengawasan. Oleh karena itu perlu ada sebuah inovasi sebuah alat yang dapat mengelompokkan atau *clustering* data kualitas air pada *water treatment plant* di bandara.

Melihat dasar dari kebutuhan hal tersebut, maka penulis memiliki sebuah ide kreatif dan tertarik untuk membuat sebuah *prototype* yang nantinya mampu mengambil dan menganalisis data kualitas air dengan acuan pada parameter pH air, suhu air, dan kekeruhan air tersebut yang digunakan. Data yang sudah diambil dari ketiga sensor tersebut, kemudian akan diolah oleh ESP32 yang berfungsi sebagai mikrokontroler dan pengontrol kualitas air dengan memanfaatkan pompa DC 12V R385, serta data monitoring tersebut dapat dilihat melalui *Website Thingspeak* secara *real-time*.

Pada pengujian alat yang sudah dilakukan, penulis menggunakan tiga sensor sebagai *input* yaitu sensor pH air yang difungsikan sebagai pengukur tingkat keasaman atau kebasaan air, sensor DS18B20 yang digunakan mengukur suhu air, dan sensor *turbidity* yang berfungsi untuk mengukur kekeruhan air. *Input* dari data sensor pH air dan sensor DS18B20 akan dimasukkan dan diproses menggunakan metode *Fuzzy Logic* Mamdani pada Aplikasi Matlab untuk mengklasifikasikan kualitas air dan menyesuaikan kerja pompa DC 12V R385 yang digunakan sebagai mengalirkan cairan untuk menaikkan dan menurunkan kualitas pH air. Kemudian hasil data monitoring pengukuran sensor tersebut dapat dilihat dalam bentuk grafik pada *Website Thingspeak* secara *real-time*.

Kata Kunci: *Water Treatment Plant*, *Clustering Air*, ESP32, Sensor pH Air, Sensor DS18B20, Sensor *Turbidity*, *Fuzzy Logic*, *Website Thingspeak*.

ABSTRACT

PROTOTYPE DESIGN OF WATER CLUSTERING SYSTEM IN WATER TREATMENT PLANT AT AIRPORT USING ESP 32 MICROCONTROLLER BASED ON INTERNET OF THINGS (IOT) AND FUZZY LOGIC

by:

MUHAMMAD RIDWAN HAKIM
NIT. 30121041

Water quality in water treatment plants at airports is a quite crucial aspect that affects passenger health and service as well as airport operations. One thing that needs to be paid attention to is the process of distributing clean water, where clean water is something that must be paid attention to because later this clean water will be used for all activities at the airport and the water must be truly clean in accordance with the regulations set by the Ministry of Health. . Water quality management at water treatment plants at airports is very important and requires monitoring. Therefore, there needs to be an innovative tool that can group or cluster water quality data at water treatment plants at airports.

Seeing the basis of this need, the author had a creative idea and was interested in making a prototype which would later be able to retrieve and analyze water quality data with reference to the parameters of water pH, water temperature and turbidity of the water used. The data that has been taken from the three sensors will then be processed by the ESP32 which functions as a microcontroller and water quality controller using a 12V R385 DC pump, and the monitoring data can be viewed via the Thingspeak Website in real-time.

In the tool testing that has been carried out, the author used three sensors as input, namely a water pH sensor which functions to measure the level of acidity or alkalinity of water, a DS18B20 sensor which is used to measure water temperature, and a turbidity sensor which functions to measure water turbidity. Input from the water pH sensor data and the DS18B20 sensor will be entered and processed using the Fuzzy Logic Mamdani method in the Matlab Application to classify water quality and adjust the work of the 12V R385 DC pump which is used to convey liquid to raise and lower the pH quality of the water. Then the results of the sensor measurement monitoring data can be seen in graphic form on the Thingspeak Website in real-time.

Keywords: Water Treatment Plant, Water Clustering, ESP32, Water pH Sensor, DS18B20 Sensor, Turbidity Sensor, Fuzzy Logic, Thingspeak Website.

PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

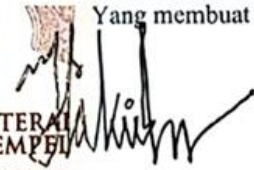
Nama : Muhammad Ridwan Hakim
NIT : 30120041
Program Studi : D3 Teknik Listrik Bandara
Judul Proyek Akhir : Rancang Bangun *Prototype* Sistem
Clustering Air Pada *Water Treatment Plant*
Di Bandara Menggunakan Mikrokontroller
Esp 32 Berdasar Pada *Internet of Things*
(*Iot*) Dan *Fuzzy Logic*

dengan ini menyatakan bahwa :

1. Proyek Akhir ini merupakan karya asli dan belum pernah dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik, baik di Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, baik di Politeknik Penerbangan Surabaya maupun di Perguruan Tinggi lain, serta dipublikasikan, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty-Free Right*) kepada Politeknik Penerbangan Surabaya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak ini, Politeknik Penerbangan Surabaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Proyek Akhir saya dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Politeknik Penerbangan Surabaya.

Surabaya, 01 Agustus 2024
Yang membuat pernyataan



METERAI
TEMPEL

40DAAALX294699607

Muhammad Ridwan Hakim
NIT. 30121041

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada kehadiran Allah SWT, berkat limpahan rahmat, kesehatan dan hidayahNya, sehingga penulis dapat menyusun Proyek Akhir yang berjudul “RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM *CLUSTERING* AIR PADA *WATER TREATMENT PLANT* DI BANDARA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ESP 32 BERDASAR PADA *INTERNET OF THINGS (IOT)* DAN *FUZZY LOGIC*” dapat diselesaikan dengan sesuai waktu yang telah ditentukan dan diharapkan proyek akhir ini dapat bermanfaat untuk kemajuan teknologi yang ada sekarang.

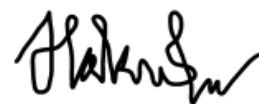
Pada Penyusunan Proyek Akhir ini dimaksudkan sebagai syarat untuk menyelesaikan pendidikan bagi taruna program Diploma III di Politeknik Penerbangan Surabaya sehingga dapat memperoleh gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T).

Pada penyusunan tugas kali ini penulis mendapat bantuan doa, support, dan dukungan. Maka dari hal itu ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada segenap pihak yang telah membantu selama proses penyusunan Proyek Akhir ini, terutama kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi karunianya sehingga penulis bisa menyelesaikan penyusunan Proyek Akhir.
2. Kedua orang tua dan kakak, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, serta dukungan penuh baik berupa moril maupun materi
3. Bapak Ahmad Bahrawi, S.E., M.T. selaku Direktur Politeknik Penerbangan Surabaya.
4. Bapak Rofdian Indrianto Sudjoko, S.T., M.M., M.T. selaku Ketua Program Studi D 3 Teknik Listrik Bandara sekaligus dosen pembimbing I yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
5. Bapak Ir Wasito Utomo, M.M. selaku pembimbing II yang senantiasa membimbing dalam penyusunan Proyek Akhir.
6. Seluruh dosen dan sivitas akademika Prodi D3 Teknik Listrik Bandara Politeknik Penerbangan Surabaya
7. Teman-teman seangkatan TLB XVI dan adik kelas TLB XVII atas dukungan yang telah diberikan.
8. Firyalita Sarah Firdaus yang selalu memberikan semangat dan doa kepada penyusun.

Pada hal ini penulis tentunya menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari kata sempurna, maka dari itu saran, kritik, dan masukan yang membangun penting bagi penulis demi karya yang lebih baik di masa mendatang. Atas segala kesalahan dan kata – kata yang kurang berkenan, penulis memohon maaf dari lubuk hati yang paling dalam.

Surabaya, 01 Agustus 2024



Muhammad Ridwan Hakim

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
PERNYATAAN KEASLIAN DAN HAK CIPTA.....	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Teori Penunjang.....	5
2.1.1 Water Treatment Plant (WTP)	5
2.1.2 Sensor pH	7
2.1.3 Sensor Turbidity.....	8
2.1.4 Sensor Suhu Air DS18B20.....	8
2.1.5 ESP32.....	9
2.1.6 Organic Light Emitting Diode (OLED)	10
2.1.7 Relay	10
2.1.8 Buck Converter LM2596	11
2.1.9 Pompa DC 12V R385.....	12
2.1.10 Pompa Air Celup Mini 5VDC.....	12
2.1.11 Power Supply	13
2.1.12 Logika <i>Fuzzy</i>	13
2.1.13 Internet of Things (IoT)	16
2.2 Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	20
3.1 Desain Penelitian.....	20
3.2 Perancangan Alat.....	23
3.2.1 Desain Alat.....	23
3.2.2 Cara Kerja Alat	25
3.2.3 Komponen Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	27
3.2.3.1 Sensor pH Air	27
3.2.3.2 Sensor Turbidity	28
3.2.3.3 Sensor Suhu Air DS18B20	29
3.2.3.4 ESP 32	29

3.2.3.5	Pompa DC 12 V R385.....	30
3.2.3.6	Pompa air celum mini 5VDC	30
3.2.3.7	Organic Light Emitting Diode (OLED)	30
3.2.3.8	Relay.....	31
3.2.4	Komponen Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	31
3.2.4.1	ThingSpeak.....	31
3.2.4.2	Internet of Things (IoT).....	32
3.3	Teknik Pengujian.....	32
3.3.1	Pengujian Power Supply	33
3.3.2	Pengujian <i>Buck Converter</i> LM2596.....	33
3.3.3	Pengujian Kinerja ESP 32.....	33
3.3.4	Pengujian Kinerja Sensor pH Air.....	33
3.3.5	Pengujian Sensor Suhu Air DS18B20.....	33
3.3.6	Pengujian Sensor <i>Turbidity</i> , dan	33
3.3.7	Pengujian Relay	33
3.3.8	Pengujian Tampilan Data ke OLED	34
3.3.9	Pengujian Aplikasi Arduino IDE	34
3.3.10	Pengujian Aplikasi Matlab.....	34
3.3.11	Pengujian Website ThingSpeak	34
3.3.12	Pengujian Integrasi Sistem.....	34
3.4	Teknik Analisis Data	35
3.5	Tempat dan Waktu Pelaksanaan.....	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		37
4.1	Hasil Penelitian.....	37
4.1.1	Hasil Analisis (<i>Analysis</i>).....	37
4.1.2	Desain (<i>Design</i>).....	37
4.1.3	Pengembangan (<i>Development</i>).....	39
4.1.3.1	Pembuatan Perangkat Keras	39
4.1.3.2	Pembuatan Perangkat Lunak	40
4.1.3.2.1	Aplikasi Arduino IDE	40
4.1.3.2.2	Aplikasi MATLAB (Matrix Laboratory).....	41
4.1.3.2.3	Website Thingspeak.....	43
4.1.3.3	Sinkronisasi Perangkat Keras dan Aplikasi.....	44
4.2	Pembahasan Hasil Penelitian.....	45
4.2.1	Implementasi (<i>Implementation</i>)	45
4.2.1.1	Pengujian Power Supply.....	45
4.2.1.2	Pengujian Buck Converter LM2596.....	46
4.2.1.3	Pengujian ESP 32	47
4.2.1.4	Pengujian Sensor pH Air	48
4.2.1.5	Pengujian Sensor Suhu Air DS18B20.....	50
4.2.1.6	Pengujian Sensor <i>Turbidity</i>	52
4.2.1.7	Pengujian Relay.....	54
4.2.1.8	Pengujian Tampilan Data ke OLED.....	56
4.2.1.9	Pengujian Aplikasi Arduino IDE (Integrated Development Environment).....	57
4.2.1.10	Pengujian MATLAB (Matrix Laboratory)	59

4.2.1.11	Pengujian Website Thingspeak.....	64
4.2.1.12	Pengujian Integrasi Sistem.....	66
4.2.2	Evaluasi (<i>Evaluation</i>).....	67
4.2.3	Kelebihan dan Kekurangan Alat.....	69
4.2.3.1	Kelebihan.....	69
4.2.3.2	Kekurangan.....	70
BAB V PENUTUP.....		71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN		75
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		89



DAFTAR GAMBAR

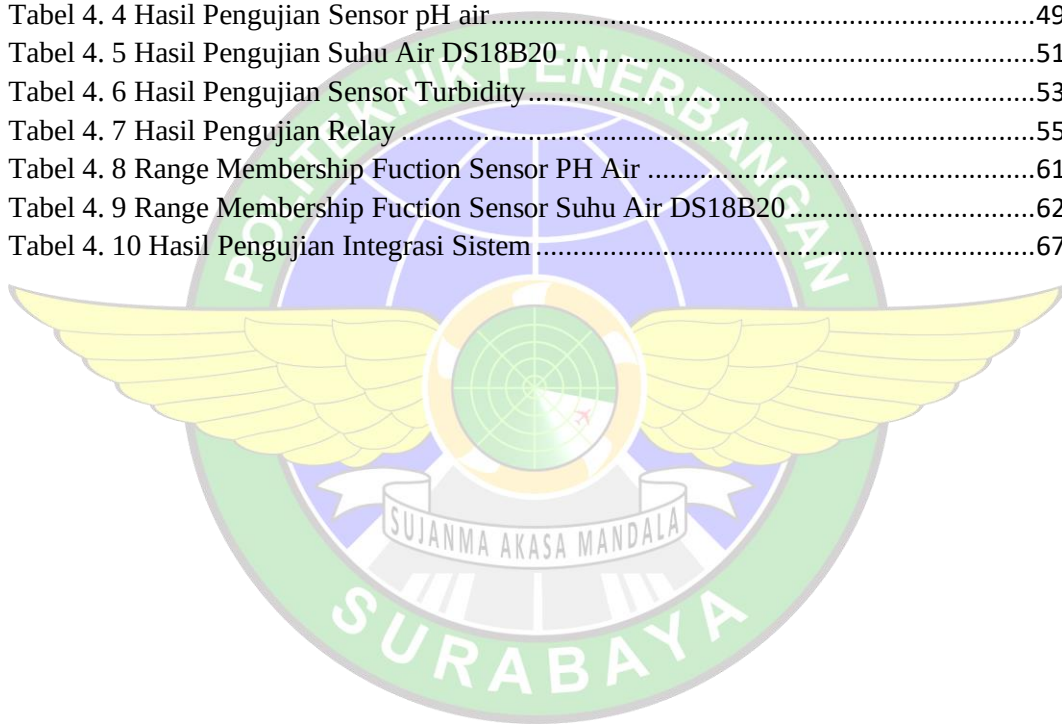
	Halaman
Gambar 2. 1 Sensor pH	7
Gambar 2. 2 <i>Sensor Turbidity</i>	8
Gambar 2. 3 Sensor Suhu Air DS18B20.....	9
Gambar 2. 4 ESP32	9
Gambar 2. 5 <i>Organic Light Emitting Diode (OLED)</i>	10
Gambar 2. 6 Relay.....	11
Gambar 2. 7 Buck Converter LM2596	11
Gambar 2. 8 Pompa DC 12V R385.....	12
Gambar 2. 9 Pompa air celum mini 5VDC	12
Gambar 2. 10 Power Supply	13
Gambar 2. 11 <i>Internet of Things</i>	17
Gambar 3. 1 Desain Penelitian.....	20
Gambar 3. 2 Desain Blok Diagram	23
Gambar 3. 3 Sistem Cara Kerja Alat.....	25
Gambar 3. 4 <i>Software ThingSpeak</i>	32
Gambar 4. 1 Desain PCB Rangkaian Sistem Perangkat Keras.....	38
Gambar 4. 2 Tampilan Alat Secara Keseluruhan.....	39
Gambar 4. 3 Tampilan Awal Aplikasi Arduino IDE	40
Gambar 4. 4 Tampilan Awal Aplikasi Matlab	41
Gambar 4. 5 Tampilan Awal <i>Website Thingspeak</i>	44
Gambar 4. 6 Hasil Pengukuran <i>Power Supply</i>	45
Gambar 4. 7 Hasil Pengukuran <i>Buck Converter LM2596</i>	46
Gambar 4. 8 Pengujian ESP 32.....	47
Gambar 4. 9 Proses Pengujian Sensor pH air dan Hasil Pengukuran yang Ditampilkan Pada Layar OLED	48
Gambar 4. 10 Grafik Hasil Pengukuran Sensor pH Air.....	49
Gambar 4. 11 Proses Pengujian Sensor Suhu Air DS18B20 dan Hasil Pengukuran yang Ditampilkan Pada Layar OLED	51
Gambar 4. 12 Grafik Hasil Pengukuran Sensor Suhu Air DS18B20.....	52
Gambar 4. 13 Proses Pengujian Sensor <i>Turbidity</i> dan Hasil Pengukuran yang Ditampilkan Pada Layar OLED	53
Gambar 4. 14 Grafik Hasil Pengukuran Sensor Turbidity	54
Gambar 4. 15 Proses Pengujian Relay	55
Gambar 4. 16 Pengujian Layar Oled.....	56
Gambar 4. 17 Proses Pemilihan Board Pada Aplikasi Arduino IDE	57
Gambar 4. 18 Proses <i>Compling Program</i>	58
Gambar 4. 19 <i>Done Compling Program</i>	59
Gambar 4. 20 Tampilan <i>Design Fuzzy Logic</i>	60
Gambar 4. 21 <i>Membership Fuction PH</i>	60
Gambar 4. 22 <i>Membership Fuction Suhu</i>	61
Gambar 4. 23 <i>Membership Fuction PH UP</i>	62
Gambar 4. 24 <i>Membership Fuction PH Down</i>	62
Gambar 4. 25 <i>Rule Base logika fuzzy</i>	63

Gambar 4. 26 Simulasi <i>Rule Viewer</i>	63
Gambar 4. 27 Tampilan Awal <i>Website Thingspeak</i>	64
Gambar 4. 28 <i>Report</i> Data Hasil Sensor Pada Website Thingspeak.....	65
Gambar 4. 29 Pengujian Integrasi Sistem	66



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Kajian Penelitian Terdahulu.....	17
Tabel 3. 1 Spesifikasi Sensor pH	28
Tabel 3. 2 Spesifikasi Sensor Turbidity	28
Tabel 3. 3 Spesifikasi Sensor suhu air DS18B20.....	29
Tabel 3. 4 Spesifikasi ESP 32	29
Tabel 3. 5 Spesifikasi Pompa DC 12V R385.....	30
Tabel 3. 6 Tabel Waktu Penelitian 2024.....	36
Tabel 4. 1 Membership Function Logika Fuzzy	42
Tabel 4. 2 Tabel Hasil Pengujian <i>Power Supply</i>	46
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian <i>Buck Converter LM2596</i>	47
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Sensor pH air.....	49
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Suhu Air DS18B20	51
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Sensor Turbidity.....	53
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Relay	55
Tabel 4. 8 Range Membership Fuction Sensor PH Air	61
Tabel 4. 9 Range Membership Fuction Sensor Suhu Air DS18B20	62
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Integrasi Sistem	67



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A Standard Operational Procedure (SOP)	A-1
Lampiran B Dokumentasi Alat	B-1
Lampiran C Coding Alat.....	C-1
Lampiran D Daftar Riwayat Hidup.....	D-1



DAFTAR PUSTAKA

- A. Emil Multazam, Z. B. (2017). Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname. *Jurnal IT*, 118-125.
- Akbar Maullana Ilham, H. S. (2019). RANCANGAN KONTROL DAN MONITORING OTOMATISASI KADAR PH AIR BERSIH BERBASIS IOT DI POLITEKNIK PENERBANGAN SURABAYA. *SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2019*, 1-7.
- Andi Subagyo Putra, S. B. (2021). Perancangan Sistem Kontrol pH dan Suhu Air Menggunakan Metode Fuzzy dan Terintegrasi dengan Internet of Things (IoT) pada Budidaya Ikan Hias. *JURNAL TEKNIK ITS*, 444-449.
- Dicky Almahera, A. L. (2020). EVALUASI SISTEM DRAINASE AREA SISI UDARA (AIR SIDE) BANDAR UDARA INTERNASIONAL KUALANAMU DELI SERDANG. 152-158.
- Elly Mufida, R. S. (2020). Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Inovasi dan Sains Teknik Elektro*, 13-19.
- Fanny Astria, M. S. (2014). RANCANG BANGUN ALAT UKUR PH DAN SUHU BERBASIS SHORT MESSAGE SERVICE (SMS) GATEWAY . *Jurnal MEKTRIK* , 47-55.
- Fasha Rosdiana Herawan, D. D. (2023). Sistem Pengukur Tinggi Dan Kekeruhan Air. *e-Proceeding of Applied Science Dalam Tandon Menggunakan Teknologi Visible Light Communication Dan Aplikasi Android*, 1230-1237.
- Hafiz Ardyansyah, R. P. (2022). Fuzzy Logic Dalam Sistem Kualitas Air Kolam Betta Splendens Berdasarkan pH dan Suhu. *Jurnal TICOM Vol. 10 No. 2* , 78-86.
- Handi, H. F. (2019). Sistem Pemantauan Menggunakan Blynk dan Pengendalian Penyiraman Tanaman Jamur Dengan Metode Logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 3258-3265.
- Hasrianti, N. (2016). ANALISIS WARNA, SUHU, pH DAN SALINITAS AIR SUMUR BOR. *Jurnal Elektronik Universitas Cokroaminoto*, 747-753.
- Imam Pratama Setiady, M. H. (2022). Purwarupa Sistem Monitoring dan Otomatisasi Air Limbah Industri Tekstil dengan Metode Fuzzy Logic Mamdani. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2591-2601.
- Kadir, S. F. (2019). MOBILE IOT (INTERNET OF THINGS) UNTUK PEMANTAUAN KUALITAS AIR HABITAT IKAN HIAS PADA

AKUARIUM MENGGUNAKAN METODE LOGIKA FUZZY. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 298-305.

Latip. (2022). Penerapan Model ADDIE Dalam pengembangan. *DIKSAINS: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*, 102-108.

Lukman Pambudi, K. M. (2019). RANCANGAN SISTEM OTOMATIS CHLORINATOR PADA DISTRIBUSI AIR BERSIH DI BANDAR UDARA INTERNATIONAL SOEKARNO-HATTA. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 127-136.

M.B. Yusuf Aviantara, K. S. (2018). RANCANGAN MONITOR KEJERNIHAN AIR DENGAN SENSOR TURBIDITY PADA BAK PENJERNIHAN DI UNIT WATER TREATMENT PLANT BANDAR UDARA INTERNASIONAL SUPADIO. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru* , 17-24.

Maulana, M. Y. (2023). PENGGUNAAN SISTEM DRAINASE DAN PENGENDALIAN BANJIR DI BANDARA. 73-78.

Mujaddid Shibghotul Islam, D. E. (2021). RANCANG BANGUN REALTIME MONITORING TINGKAT KEASAMAN (PH) DAN KONDUKTIVITAS ELEKTRIK (EC) BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA SUNGAI CITARUM.

Muhammad Fahru Rizal (2018). Rancangan Kontrol Dan Monitoring Otomatisasi Kualitas Ph Air Pada Ground Tank Berbasis Mikrokontroler di Bandar Udara Tjilikriwut Palangkaraya, 1-4

Putra Berlian Ageng Mukti, M. H. (2022). Pengembangan Sistem Deteksi Air Limbah Tekstil menggunakan Logika Fuzzy. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 6059-6067.

Son Ali Akbar, D. B. (2019). ONLINE MONITORING KUALITAS AIR WADUK BERBASIS THINGSPEAK. *TRANSMISI*, 21, 109-115.

Syahrul Mubarak, D. W. (2018). Pemanfaatan Modul RTC Berbasis Arduino Mega Sebagai Penentu Variabel Nutrisi Pada Sistem Kontrol Hidroponik. *Jurnal Transistor Elektro dan Informatika*, 5-8.

Theodore.a.k. (2016). Logika Fuzzy.

Yazi Adityas, S. R. (2021). Water Quality Monitoring System with Parameter of pH, Temperature, Turbidity, and Salinity Based on Internet of Things. *JISA (Jurnal Informatika dan Sains)*, 138-143.

Yunta, P. J. (2022). Sistem Penyimpanan Energi Menggunakan Supercapacitor Dengan Buck Converter Dan Boost Converter. *Jurnal Elektro dan Teknologi Informasi*, 13-18.

LAMPIRAN

Lampiran A *Standard Operational Procedure (SOP)*

“RANCANG BANGUN *PROTOTYPE* SISTEM *CLUSTERING* AIR PADA WATER TREATMENT PLANT DI BANDARA MENGGUNAKAN MIKROKONTROLLER ESP 32 BERDASAR PADA *INTERNET OF THINGS* (*IOT*) DAN *FUZZY LOGIC*”

Oleh:

MUHAMMAD RIDWAN HAKIM

NIT. 30121041

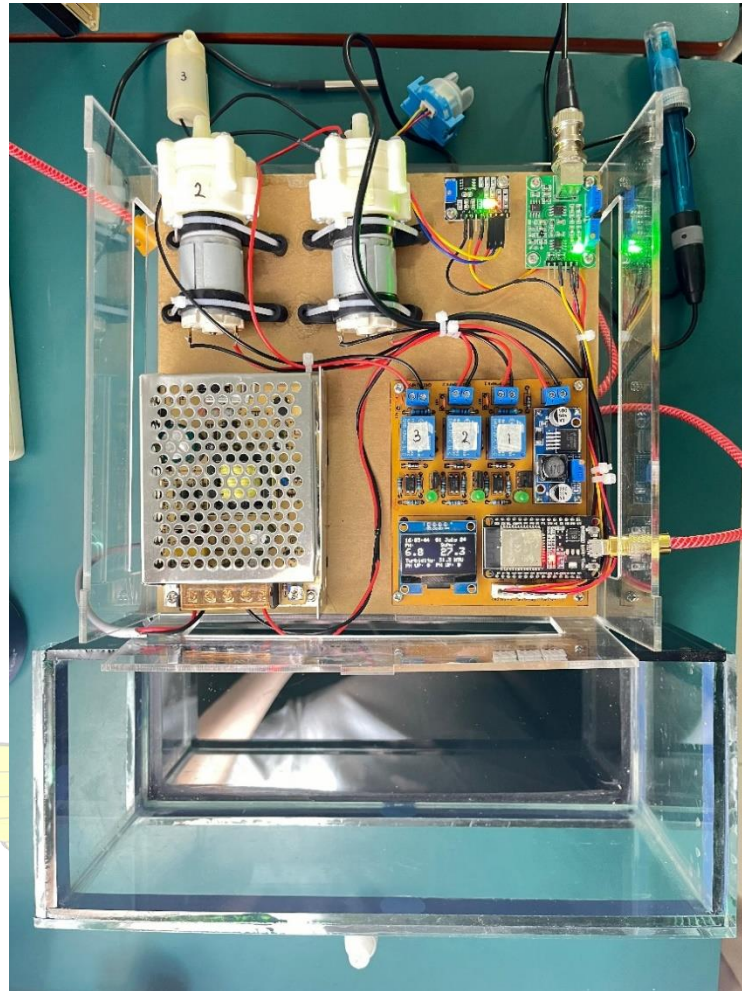
Standard Operational Procedure (SOP) dalam pengoperasian alat adalah panduan yang merinci mengenai langkah-langkah yang harus diikuti untuk menggunakan alat dengan benar dan aman. SOP ini mencakup instruksi rinci tentang cara menghidupkan dan mematikan alat. Dimana dengan menggunakan *Standar Operational Procedure (SOP)* yang telah dibuat bertujuan untuk menjaga alat Proyek Akhir terhindar dari kerusakan atau salah prosedur, setiap pengguna alat akan mengikuti prosedur yang sama, sehingga dapat menjamin konsistensi dan akurasi hasil. Para pengguna harus memahami dan mengikuti SOP ini dengan cermat untuk memastikan operasi yang aman, efisien, dan tepat sesuai dengan tujuan penggunaan alat tersebut.

Berikut merupakan *Standar Operational Procedure (SOP)* untuk menghidupkan dan mematikan alat Proyek Akhir dengan judul “Rancang Bangun *Prototype* Sistem *Clustering* Air Pada *Water Treatment Plant* Di Bandara Menggunakan Mikrokontroller Esp 32 Berdasar Pada *Internet of Things (IoT)* Dan *Fuzzy Logic*” sebagai berikut:

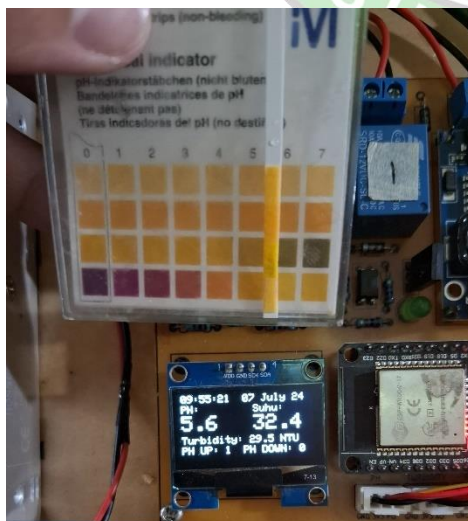
1. Mengoperasikan Alat Sesuai dengan SOP
 - a. Sambungkan kabel power untuk menghidupkan *power supply* dan sambungkan juga kabel *micro usb* untuk menghidupkan ESP32.

- b. Pastikan semua komponen dapat menyala sesuai fungsinya masing-masing.
 - c. Kemudian nyalakan *hotspot* sehingga nantinya dapat termonitoring oleh layar OLED untuk menampilkan data Sensor pH air, Sensor suhu air DS18B20, dan Sensor *Turbidity* untuk memantau kondisi kualitas air dan dapat juga termonitoring pada *Website Thingspeak*.
 - d. Jika alat sudah siap untuk digunakan, maka alat akan bekerja sesuai apa yang telah diperintahkan, kemudian hasil pengukuran dapat secara langsung termonitoring pada layar OLED dan *Website Thingspeak* secara *real-time*.
2. Mematikan Alat Sesuai SOP
- a. Matikan *hotspot* untuk memutus koneksi antara alat dan program yang telah *tersetting*, serta memutuskan pemantauan pada *Website Thingspeak*.
 - b. Kemudian lepas kabel power dan kabel *micro usb* untuk memutuskan aliran listrik yang menuju komponen.
 - c. Setelah semua langkah telah dilakukan, maka alat sudah aman dan alat akan mati tidak bekerja.

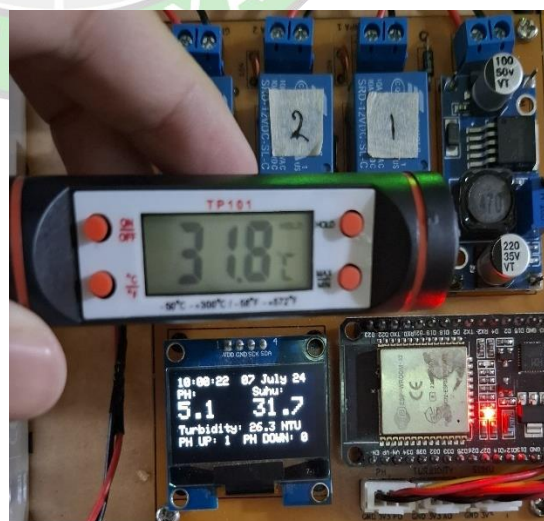
Lampiran B Dokumentasi Alat



(Kondisi Keseluruhan Alat)



(Pengecekan kondisi pH air)



(Pengecekan kondisi suhu air)

Lampiran C Coding Alat

```
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SH1106.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>
#include <Fuzzy.h>
#include <WiFi.h>
#include "ThingSpeak.h"

#define ONE_WIRE_BUS 32
#define Turbidity_Pin 35
#define ph_Pin 34
#define OLED_SDA 21
#define OLED_SCL 22

const char* ntpServer = "pool.ntp.org";
const long  gmtOffset_sec = 25200;
const int   daylightOffset_sec = 0;
char buff[20];
char buff_waktu[30];
char buff_tanggal[30];
char buff_t1[30];
char buff_t2[30];
char buff_t3[30];
uint8_t det=0;
uint8_t m=0;
uint8_t h=0;
uint8_t z=0;
uint8_t tgl=0;
uint8_t bln=0;
uint8_t thn=0;

Adafruit_SH1106 display(OLED_SDA, OLED_SCL);

char ssid[] = "HOTSPOT POLTEKBANG"; // your network SSID (name)
char password[] = ""; // your network password
WiFiClient client;

unsigned long myChannelNumber = 2559717;
const char * myWriteAPIKey = "0IF9SH7GH5H7EFF9";
int number = 0;

unsigned long lastTime = 0;
unsigned long timerDelay = 15000;

int menit_sekarang;
int menit_lalu;
unsigned long detik_sebelumnya = 0;

int Pompa_1 = 18;
int Pompa_2 = 19;
int Pompa_3 = 23;
bool PH_UP = false;
```

```

bool PH_DOWN = false;

float Po = 0;
float PH_step;
int nilai_analog_PH;
double TeganganPh;

//untuk kalibrasi
float PH4 = 3.33;    // tegangan ph4
float PH7 = 2.60;    // tegangan ph7
float dataSensorPH = 0;
float volt;
float turbidity;
float suhu;

int Durasi_PH_Up;
int Durasi_PH_Down;
int Nilai_Up = 0;
int Nilai_Down = 0;

void printLocalTime(){
    struct tm timeinfo;
    if(!getLocalTime(&timeinfo)){
        Serial.println("Failed to obtain time");
        return;
    }
    Serial.println(&timeinfo, "%A, %B %d %Y %H:%M:%S");
    Serial.print("Day of week: ");
    Serial.println(&timeinfo, "%A");
    Serial.print("Month: ");
    Serial.println(&timeinfo, "%B");
    Serial.print("Day of Month: ");
    Serial.println(&timeinfo, "%d");
    Serial.print("Year: ");
    Serial.println(&timeinfo, "%Y");
    Serial.print("Hour: ");
    Serial.println(&timeinfo, "%H");
    Serial.print("Hour (12 hour format): ");
    Serial.println(&timeinfo, "%I");
    Serial.print("Minute: ");
    Serial.println(&timeinfo, "%M");
    Serial.print("Second: ");
    Serial.println(&timeinfo, "%S");
    Serial.println("Time variables");

    char timeHour[3];
    strftime(timeHour,3, "%H", &timeinfo);
    Serial.println(timeHour);
    char timeWeekDay[10];
    strftime(timeWeekDay,10, "%A", &timeinfo);
    Serial.println(timeWeekDay);
    Serial.println();

    char timeMinute[3];

```



```

    strftime(timeMinute,3, "%M", &timeinfo);
    String str_minit = timeMinute;
    int menit = str_minit.toInt();
    menit_lalu = menit;
    Serial.print("Menit Lalu: ");
    Serial.println(menit_lalu);
}

Fuzzy *fuzzy = new Fuzzy();
// Set fuzzy input PH_sensor
FuzzySet *Sangat_Asam      = new FuzzySet(0, 0, 2, 3);
FuzzySet *Asam              = new FuzzySet(3, 4.78, 4.78, 6.5);
FuzzySet *Netral            = new FuzzySet(6.5, 7.5, 7.5, 8.5);
FuzzySet *Basa              = new FuzzySet(8.5, 10, 10, 11.5);
FuzzySet *Sangat_Basa      = new FuzzySet(11.5, 12.75, 14, 14);

// Set fuzzy input Suhu
FuzzySet *Dingin            = new FuzzySet(15, 15, 24.5, 28.5);
FuzzySet *Normal            = new FuzzySet(28.5, 30.5, 30.5, 32.5);
FuzzySet *Panas             = new FuzzySet(32.5, 35.5, 43, 43);

// Set fuzzy output Pompa 1 PH up
FuzzySet *PH_Up_Kosong      = new FuzzySet(0, 0, 0, 0);
FuzzySet *PH_Up_Sedikit     = new FuzzySet(1, 1, 1, 1);
FuzzySet *PH_Up_Banyak      = new FuzzySet(3, 3, 3, 3);
FuzzySet *PH_Up_Sangat_Banyak = new FuzzySet(5, 5, 5, 5);

// Set fuzzy output Pompa 2 PH down
FuzzySet *PH_Down_Kosong    = new FuzzySet(0, 0, 0, 0);
FuzzySet *PH_Down_Sedikit   = new FuzzySet(1, 1, 1, 1);
FuzzySet *PH_Down_Banyak    = new FuzzySet(3, 3, 3, 3);
FuzzySet *PH_Down_Sangat_Banyak = new FuzzySet(5, 5, 5, 5);

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
    pinMode(ph_Pin, INPUT);
    pinMode(Pompa_1, OUTPUT);
    pinMode(Pompa_2, OUTPUT);
    pinMode(Pompa_3, OUTPUT);
    Wire.begin();
    sensors.begin();
    display.begin(SH1106_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
    display.setTextSize(1);
    display.setTextColor(WHITE);
    display.display();
    display.clearDisplay();
    WiFi.mode(WIFI_STA);
    WiFi.begin(ssid, password);
    Serial.println("Connecting");
    while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
        display.setTextSize(2);

```



```

    display.setCursor(0,10);
    display.println("Connecting");
    display.display();
    delay(500);
    Serial.print(".");
}
Serial.println("Connected");
ThingSpeak.begin(client); // Initialize ThingSpeak
while (!Serial) {
    // will pause Zero, Leonardo, etc until serial console opens
    delay(1);
}
display.clearDisplay();
display.setCursor(0,10);
display.println("Connected");
display.display();
delay(1000);
display.clearDisplay();

//----- Update nilai sensor Suhu -----
sensors.requestTemperatures();
suhu = sensors.getTempCByIndex(0);

configTime(gmtOffset_sec, daylightOffset_sec, ntpServer);
printLocalTime();

//Fuzzy input 1
FuzzyInput *PH = new FuzzyInput(1);
PH->addFuzzySet(Sangat_Asam);
PH->addFuzzySet(Asam);
PH->addFuzzySet(Netral);
PH->addFuzzySet(Basa);
PH->addFuzzySet(Sangat_Basa);
fuzzy->addFuzzyInput(PH);

//Fuzzy input 2
FuzzyInput *SUHU = new FuzzyInput(2);
SUHU->addFuzzySet(Dingin);
SUHU->addFuzzySet(Normal);
SUHU->addFuzzySet(Panas);
fuzzy->addFuzzyInput(SUHU);

//Fuzzy output 1 PH_UP
FuzzyOutput *PH_UP = new FuzzyOutput(1);
PH_UP->addFuzzySet(PH_Up_Kosong);
PH_UP->addFuzzySet(PH_Up_Sedikit);
PH_UP->addFuzzySet(PH_Up_Banyak);
PH_UP->addFuzzySet(PH_Up_Sangat_Banyak);
fuzzy->addFuzzyOutput(PH_UP);

//Fuzzy output 2 PH_DOWN
FuzzyOutput *PH_DOWN = new FuzzyOutput(2);
PH_DOWN->addFuzzySet(PH_Down_Kosong);
PH_DOWN->addFuzzySet(PH_Down_Sedikit);
PH_DOWN->addFuzzySet(PH_Down_Banyak);

```

```

PH_DOWN->addFuzzySet(PH_Down_Sangat_Banyak);
fuzzy->addFuzzyOutput(PH_DOWN);

// FuzzyRule 1
FuzzyRuleAntecedent *if_Sangat_Asam_Dingin = new
FuzzyRuleAntecedent();
if_Sangat_Asam_Dingin->joinWithAND(Sangat_Asam, Dingin);
FuzzyRuleConsequent *out_1 = new FuzzyRuleConsequent();
out_1->addOutput(PH_Up_Sangat_Banyak);
out_1->addOutput(PH_Down_Kosong);
FuzzyRule *fuzzyRule01 = new FuzzyRule(1, if_Sangat_Asam_Dingin,
out_1);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule01);

// FuzzyRule 2
FuzzyRuleAntecedent *if_Sangat_Asam_Normal = new
FuzzyRuleAntecedent();
if_Sangat_Asam_Normal->joinWithAND(Sangat_Asam, Normal);
FuzzyRuleConsequent *out_2 = new FuzzyRuleConsequent();
out_2->addOutput(PH_Up_Banyak);
out_2->addOutput(PH_Down_Kosong);
FuzzyRule *fuzzyRule02 = new FuzzyRule(2, if_Sangat_Asam_Normal,
out_2);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule02);

// FuzzyRule 3
FuzzyRuleAntecedent *if_Sangat_Asam_Panas = new
FuzzyRuleAntecedent();
if_Sangat_Asam_Panas->joinWithAND(Sangat_Asam, Panas);
FuzzyRuleConsequent *out_3 = new FuzzyRuleConsequent();
out_3->addOutput(PH_Up_Banyak);
out_3->addOutput(PH_Down_Kosong);
FuzzyRule *fuzzyRule03 = new FuzzyRule(3, if_Sangat_Asam_Panas,
out_3);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule03);

// FuzzyRule 4
FuzzyRuleAntecedent *if_Asam_Dingin = new FuzzyRuleAntecedent();
if_Asam_Dingin->joinWithAND(Asam, Dingin);
FuzzyRuleConsequent *out_4 = new FuzzyRuleConsequent();
out_4->addOutput(PH_Up_Banyak);
out_4->addOutput(PH_Down_Kosong);
FuzzyRule *fuzzyRule04 = new FuzzyRule(4, if_Asam_Dingin,
out_4);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule04);

// FuzzyRule 5
FuzzyRuleAntecedent *if_Asam_Normal = new FuzzyRuleAntecedent();
if_Asam_Normal->joinWithAND(Asam, Normal);
FuzzyRuleConsequent *out_5 = new FuzzyRuleConsequent();
out_5->addOutput(PH_Up_Sedikit);
out_5->addOutput(PH_Down_Kosong);
FuzzyRule *fuzzyRule05 = new FuzzyRule(5, if_Asam_Normal,
out_5);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule05);

```

```

// FuzzyRule 6
FuzzyRuleAntecedent *if_Asam_Panas = new FuzzyRuleAntecedent();
if_Asam_Panas->joinWithAND(Asam, Panas);
FuzzyRuleConsequent *out_6 = new FuzzyRuleConsequent();
out_6->addOutput(PH_Up_Sedikit);
out_6->addOutput(PH_Down_Kosong);
FuzzyRule *fuzzyRule06 = new FuzzyRule(6, if_Asam_Panas, out_6);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule06);

// FuzzyRule 7
FuzzyRuleAntecedent *if_Netral_Dingin = new
FuzzyRuleAntecedent();
if_Netral_Dingin->joinWithAND(Netral, Dingin);
FuzzyRuleConsequent *out_7 = new FuzzyRuleConsequent();
out_7->addOutput(PH_Up_Kosong);
out_7->addOutput(PH_Down_Kosong);
FuzzyRule *fuzzyRule07 = new FuzzyRule(7, if_Netral_Dingin,
out_7);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule07);

// FuzzyRule 8
FuzzyRuleAntecedent *if_Netral_Normal = new
FuzzyRuleAntecedent();
if_Netral_Normal->joinWithAND(Netral, Normal);
FuzzyRuleConsequent *out_8 = new FuzzyRuleConsequent();
out_8->addOutput(PH_Up_Kosong);
out_8->addOutput(PH_Down_Kosong);
FuzzyRule *fuzzyRule08 = new FuzzyRule(8, if_Netral_Normal,
out_8);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule08);

// FuzzyRule 9
FuzzyRuleAntecedent *if_Netral_Panas = new
FuzzyRuleAntecedent();
if_Netral_Panas->joinWithAND(Netral, Panas);
FuzzyRuleConsequent *out_9 = new FuzzyRuleConsequent();
out_9->addOutput(PH_Up_Kosong);
out_9->addOutput(PH_Down_Kosong);
FuzzyRule *fuzzyRule09 = new FuzzyRule(9, if_Netral_Panas,
out_9);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule09);

// FuzzyRule 10
FuzzyRuleAntecedent *if_Basa_Dingin = new FuzzyRuleAntecedent();
if_Basa_Dingin->joinWithAND(Basa, Dingin);
FuzzyRuleConsequent *out_10 = new FuzzyRuleConsequent();
out_10->addOutput(PH_Up_Kosong);
out_10->addOutput(PH_Down_Sedikit);
FuzzyRule *fuzzyRule10 = new FuzzyRule(10, if_Basa_Dingin,
out_10);
fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule10);

// FuzzyRule 11
FuzzyRuleAntecedent *if_Basa_Normal = new FuzzyRuleAntecedent();
if_Basa_Normal->joinWithAND(Basa, Normal);
FuzzyRuleConsequent *out_11 = new FuzzyRuleConsequent();

```

```

    out_11->addOutput(PH_Up_Kosong);
    out_11->addOutput(PH_Down_Sedikit);
    FuzzyRule *fuzzyRule11 = new FuzzyRule(11, if_Basa_Normal,
out_11);
    fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule11);

    // FuzzyRule 12
    FuzzyRuleAntecedent *if_Basa_Panas = new FuzzyRuleAntecedent();
    if_Basa_Panas->joinWithAND(Basa, Panas);
    FuzzyRuleConsequent *out_12 = new FuzzyRuleConsequent();
    out_12->addOutput(PH_Up_Kosong);
    out_12->addOutput(PH_Down_Sedikit);
    FuzzyRule *fuzzyRule12 = new FuzzyRule(12, if_Basa_Panas,
out_12);
    fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule12);

    // FuzzyRule 13
    FuzzyRuleAntecedent *if_Sangat_Basa_Dingin = new
FuzzyRuleAntecedent();
    if_Sangat_Basa_Dingin->joinWithAND(Sangat_Basa, Dingin);
    FuzzyRuleConsequent *out_13 = new FuzzyRuleConsequent();
    out_13->addOutput(PH_Up_Kosong);
    out_13->addOutput(PH_Down_Banyak);
    FuzzyRule *fuzzyRule13 = new FuzzyRule(13,
if_Sangat_Basa_Dingin, out_13);
    fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule13);

    // FuzzyRule 14
    FuzzyRuleAntecedent *if_Sangat_Basa_Normal = new
FuzzyRuleAntecedent();
    if_Sangat_Basa_Normal->joinWithAND(Sangat_Basa, Normal);
    FuzzyRuleConsequent *out_14 = new FuzzyRuleConsequent();
    out_14->addOutput(PH_Up_Kosong);
    out_14->addOutput(PH_Down_Sangat_Banyak);
    FuzzyRule *fuzzyRule14 = new FuzzyRule(14,
if_Sangat_Basa_Normal, out_14);
    fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule14);

    // FuzzyRule 15
    FuzzyRuleAntecedent *if_Sangat_Basa_Panas = new
FuzzyRuleAntecedent();
    if_Sangat_Basa_Panas->joinWithAND(Sangat_Basa, Panas);
    FuzzyRuleConsequent *out_15 = new FuzzyRuleConsequent();
    out_15->addOutput(PH_Up_Kosong);
    out_15->addOutput(PH_Down_Banyak);
    FuzzyRule *fuzzyRule15 = new FuzzyRule(15, if_Sangat_Basa_Panas,
out_15);
    fuzzy->addFuzzyRule(fuzzyRule15);

}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:

    // now = RTC.now();

```

```

    //sprintf(waktu, "%02d:%02d:%02d ", now.hour(), now.minute(),
now.second());
    //sprintf(tgl, "%02d/%02d/%0004d", now.day(), now.month(),
now.year());

    //----- Menampilkan Nilai PH -----

    TeganganPh = 0;
    for (int x = 0; x < 10; x++)    // ambil sampel 1000x nilai ph
    {
        nilai_analog_PH = analogRead(ph_Pin);
        TeganganPh += (3.3 / 4095.0 * nilai_analog_PH);
    }
    TeganganPh = TeganganPh / 10; // mengambil nilai rata2 dari 1000
sampel nilai ph
    PH_step = (PH4 - PH7) / 3;
    Po = 7.00 + ((PH7 - TeganganPh) / PH_step);
    dataSensorPH = Po;
    if (dataSensorPH >= 14) {
        dataSensorPH = 14;
    }

    //----- Menampilkan Nilai Turbidity -----
    volt = 0;
    for (int i = 0; i < 10; i++)
    {
        volt += ((float)analogRead(Turbidity_Pin) / 4095) * 3.3;
    }
    volt = volt / 10;
    turbidity = 100.00 - (volt / 1.8) * 100.00 ; //1.8 nilai
kalibrasi sensor turbidity

    fuzzy->setInput(1, dataSensorPH); // memasukan data sensor ph ke
input1 fuzzy
    fuzzy->setInput(2, suhu); // memasukan data sensor ph ke input2
fuzzy
    fuzzy->fuzzify();
    Nilai_Up = fuzzy->defuzzify(1); // memanggil hasil fuzzifikasi
ph up
    Nilai_Down = fuzzy->defuzzify(2); // memanggil hasil fuzzifikasi
ph down

    //----- menampilkan jam dan tanggal dari NTP (Network Time
Protocol)
    struct tm timeinfo;
    if(!getLocalTime(&timeinfo)){
        Serial.println("Failed to obtain time");
    }
    char timeHour[3];
    strftime(timeHour,3, "%H", &timeinfo);
    String str_jam = timeHour;
    int jam = str_jam.toInt();

    char timeMinute[3];
    strftime(timeMinute,3, "%M", &timeinfo);

```



```

String str_menit = timeMinute;
int menit = str_menit.toInt();

char timeSecond[3];
strftime(timeSecond,3, "%S", &timeinfo);
String str_detik = timeSecond;
int detik = str_detik.toInt();

char dateTanggal[3];
strftime(dateTanggal,3, "%d", &timeinfo);
String str_Tanggal = dateTanggal;
int tanggal = str_Tanggal.toInt();

char dateBulan[10];
strftime(dateBulan,10, "%B", &timeinfo);
String str_Bulan = dateBulan;
int bulan = str_Bulan.toInt();

char dateTahun[10];
strftime(dateTahun,10, "%Y", &timeinfo);
String str_Tahun = dateTahun;
int tahun = str_Tahun.toInt();

sprintf(buff_waktu,"%02d:%02d:%02d", jam,menit,detik);
sprintf(buff_tanggl,"%02d %s %02d", tanggal,str_Bulan,tahun-
2000);

display.clearDisplay();
display.setTextSize(1);
display.setCursor(0,0);
display.print(buff_waktu);
display.setCursor(60,0);
display.print(buff_tanggl);

display.setCursor(0,10);
display.print("PH: ");
display.setTextSize(2);
display.setCursor(0,20);
display.print(dataSensorPH,1);

display.setTextSize(1);
display.setCursor(70,10);
display.print("Suhu: ");
display.setTextSize(2);
display.setCursor(70,20);
display.print(suhu,1);

display.setTextSize(1);
display.setCursor(0,40);
display.print("Turbidity: ");
display.print(turbidity,1);
display.print(" NTU");

display.setCursor(0,50);
display.print("PH UP: ");

```

```

display.print(Nilai_Up);
display.setCursor(60,50);
display.print("PH DOWN: ");
display.print(Nilai_Down);

display.display();

// perintah untuk cek nilai up dan down setiap menit sekali
menit_sekarang = menit;
if (menit_lalu != menit_sekarang ) {
    if (Nilai_Up != 0) {
        Durasi_PH_Up = map(Nilai_Up, 0, 40, 0, 1000);    // konversi
        mililiter ke detik
        digitalWrite(Pompa_1, HIGH);
        digitalWrite(Pompa_3, HIGH);
        PH_UP = true;
        detik_sebelumnya = millis();
        menit_lalu = menit;
    }

    if (Nilai_Down != 0) {
        Durasi_PH_Down = map(Nilai_Down, 0, 40, 0, 1000);    //
        konversi mililiter ke detik
        digitalWrite(Pompa_2, HIGH);
        digitalWrite(Pompa_3, HIGH);
        PH_DOWN = true;
        detik_sebelumnya = millis();
        menit_lalu = menit;
    }
}

if (PH_UP == true) {
    unsigned long detik_sekarang = millis();
    if ( detik_sekarang - detik_sebelumnya >= Durasi_PH_Up) {
        digitalWrite(Pompa_1, LOW);
        PH_UP = false;
        detik_sebelumnya = millis();
        Serial.print("Durasi up: ");
        Serial.println(Durasi_PH_Up);
    }
}

if (PH_DOWN == true) {
    unsigned long detik_sekarang = millis();
    if ( detik_sekarang - detik_sebelumnya >= Durasi_PH_Down) {
        digitalWrite(Pompa_2, LOW);
        PH_DOWN = false;
        detik_sebelumnya = millis();
        Serial.print("Durasi down: ");
        Serial.println(Durasi_PH_Down);
    }
}

//----- perintah untuk mematikan pompa 3 setelah detik ke 10,
sekaligus update sensor suhu

```

```

    if (detik >= 10) {
        digitalWrite(Pompa_3, LOW); // jika detik lebih dari 10, pompa
3 off
        //----- Update nilai sensor Suhu -----
        sensors.requestTemperatures();
        suhu = sensors.getTempCByIndex(0);
    }

    //----- Update data sensor ke thinkspeak setiap 15 detik sekali
    if ((millis() - lastTime) > timerDelay) {
        // Connect or reconnect to WiFi

        ThingSpeak.setField(1, dataSensorPH);
        ThingSpeak.setField(2, suhu);
        ThingSpeak.setField(3, turbidity);
        ThingSpeak.setField(4, Nilai_Up);
        ThingSpeak.setField(5, Nilai_Down);
        ThingSpeak.setStatus("Terhubung");
        int x = ThingSpeak.writeFields(myChannelNumber,
myWriteAPIKey);
        if(x == 200){
            Serial.println("Channel update successful.");
        }
        else{
            Serial.println("Problem updating channel. HTTP error code " +
String(x));
        }
        lastTime = millis();
    }

    //----- perintah untuk menghubungkan kembali ke jaringan internet
    jika koneksi putus
    if(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
        while(WiFi.status() != WL_CONNECTED){
            WiFi.begin(ssid, password);
            Serial.print(".");
            delay(5000);
        }
        Serial.println("\nConnected.");
    }
}
}

```

Lampiran D Daftar Riwayat Hidup

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Muhammad Ridwan Hakim, Lahir di Sidoarjo, Jawa Timur pada tanggal 11 April 2001. Anak kedua dari dua bersaudara, dari pasangan Bapak Ponco Hari Bawono dan Ibu Sulistyani. Mempunyai 1 saudara kandung Vita Nidia Haryani. Beragama Islam. Bertempat tinggal di Desa Bligo Rt 13 Rw 06, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur.

Dengan pendidikan formal yang pernah diikuti sebagai berikut :

1. SD Negeri Candi (lulus pada tahun 2013)
2. SMP Negeri 1 Candi (lulus pada tahun 2016)
3. SMK Negeri 1 Sidoarjo (lulus pada tahun 2019)

Pada tahun 2021 diterima sebagai Taruna di Politeknik Penerbangan Surabaya Program Studi Diploma 3 Teknik Listrik Bandar Udara Angkatan ke-16. Melaksanakan *On the Job Training* pertama di Bandar Udara Iskandar, Pangkalan Bun, Kalimantan Tengah pada tanggal 08 Mei 2023 sampai 12 September 2023 dan *On the Job Training* kedua di Bandar Udara Internasional Soekarno-Hatta, Jakarta pada tanggal 02 Oktober 2023 sampai 29 Februari 2024.