



**PENERAPAN ALGORITMA REGRESI LINIER DALAM
SISTEM KENDALI OTOMASI pH AKUARIUM IKAN
ARWANA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**
AHMAD RAIHAN
41423120041

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**



**PENERAPAN ALGORITMA REGRESI LINIER DALAM
SISTEM KENDALI OTOMASI pH AKUARIUM IKAN
ARWANA BERBASIS *INTERNET OF THINGS* (IoT)**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

**AHMAD RAIHAN
41423120041**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA
2026**

HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Raihan
NIM : 41423120041
Fakultas/Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:
“Penerapan Algoritma Regresi Linier dalam Sistem Kendali Otomasi pH Akuarium Ikan Arwana Berbasis *Internet of Things* (IoT)”
adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 27 Januari 2026



Ahmad Raihan

SURAT KETERANGAN HASIL *SIMILARITY*

Menerangkan bahwa Karya Ilmiah/Laporan Tugas Akhir/Skripsi pada BAB I, BAB II, BAB III, BAB IV dan BAB V atas nama:

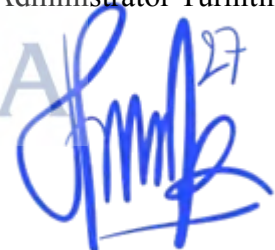
Nama : **Ahmad Raihan**
NIM : **41423120041**
Program Studi : **Teknik Elektro**
Judul Tugas Akhir / Tesis
/ Praktek Keinsinyuran : **PENERAPAN ALGORITMA REGRESI LINIER
DALAM SISTEM KENDALI OTOMASI pH
AKUARIUM IKAN ARWANA BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)**

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Sabtu, 7 Februari 2026** dengan hasil presentase sebesar **14 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana mestinya.

Jakarta, 7 Februari 2026

Administrator Turnitin,

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ahmad Raihan
NIM : 41423120041
Fakultas/Program Studi : S1 Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Algoritma Regresi Linier dalam Sistem Kendali Otomasi pH Akuarium Ikan Arwana Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Telah berhasil dipertahankan pada sidang tanggal 27 Januari 2026 dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:

Pembimbing

Fadli Sirait S.Si, M.T, Ph.D
NUPTK: 1852754655131132

Jakarta, 27 Januari 2026
Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari M.T.
NUPTK: 6639750651230130

Ketua Program Studi
Teknik Elektro



Dr.Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc
NUPTK: 2146770671130303

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Elektro pada Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Tugas Akhir ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Andi Adriansyah, M.Eng. selaku Rektor Universitas Mercu Buana
2. Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik
3. Dr. Eng. Heru Suwoyo, ST., M.Sc selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro
4. Fadli Sirait S.Si, M.T, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan Tugas Akhir ini;
5. Bapak Hendri dan Ibu Nofida Ampera Wati selaku orang tua penulis yang telah setia menemanin dan mendukung secara moral dan material.
6. Bapak Nofrizal dan Ibu Noviyanti selaku om dan tante yang senang tiasa mendukung penulis untuk melanjutkan pendidikan.
7. Bapak Petrus dan Ibu Devianti selaku om dan tante yang senang tiasa mendukung penulis secara moral.
8. Ibu Asni M selaku nenek dari penulis yang selalu memberi semangat.
9. Abdul Hadi, Alfi Rahman dan Muhammad Fadhil selaku saudara dari penulis yang menjadi motivasi untuk menjadi lebih baik.
10. Muhammad Rayan Alfatih selaku ponakan dari penulis yang selalu menjadi motivasi menjadi paman yang baik kelak bisa menjadi panutan.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Tugas Akhir ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Jakarta, 27 Januari 2026



Ahmad Raihan



UNIVERSITAS
MERCU BUANA

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Sebagai sivitas akademik Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Raihan
NIM : 41423120041
Fakultas/Program Studi : Fakultas Teknik/S1 Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Perancangan Algoritma Regresi Linier dalam Sistem Kendali Otomasi pH Akuarium Ikan Arwana Berbasis *Internet of Things* (IoT)

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

MERCU BUANA

Jakarta, 27 Januari 2026

Yang menyatakan,


Ahmad Raihan

**PENERAPAN ALGORITMA REGRESI LINIER DALAM SISTEM
KENDALI OTOMASI pH AKUARIUM IKAN ARWANA BERBASIS
INTERNET OF THINGS (IoT)
AHMAD RAIHAN**

ABSTRAK

Target dari penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan suatu sistem kendali otomatis suhu dan pH pada akuarium ikan Arwana berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk menjaga kualitas lingkungan air agar tetap sesuai dengan kebutuhan habitat ikan. Hal ini dikarenakan ikan Arwana merupakan ikan hias yang bernilai ekonomi tinggi dan rentan terhadap perubahan suhu dan keasaman air. Oleh sebab itu diperlukan sistem pemantauan dan pengendalian yang akurat, stabil dan otomatis. Sistem ini dirancang dengan menggunakan mikrokontroler ESP32 sebagai pusat kendalinya, sedangkan sensor yang digunakan adalah sensor suhu DS18B20 dan PH-450C sebagai elemen akuisisi datanya. Heater, kipas, dan pompa air dijadikan aktuator untuk mengatur kondisi akuarium secara otomatis untuk menjaga pH dan suhu air akuarium. Kalibrasi sensor pH dilakukan dengan metode kalibrasi regresi linier sederhana untuk meningkatkan akurasi pengukuran. Penelitian kalibrasi pH ini dilakukan dengan cara memasukan sensor pada larutan buffer standar pH 4, 7 dan 9, yang merepresentasikan asam, netral, dan basa. Nilai tersebut berperan sebagai nilai referensi yang digunakan untuk mengoreksi pembacaan sensor. Kinerja kalibrasi diukur dengan parameter *Mean Absolute Error* (MAE), *Root Mean Square Error* (RMSE) dan setra koefisien determinasi (R^2). Evaluasi dari pengujian menunjukkan bahwa metode kalibrasi regresi linier menunjukkan penurunan sebesar 57% pada tingkat kesalahan MAE dan 67% RMSE dan meningkatkan R^2 dari 99,12% menjadi 99,91% dibandingkan dengan metode kalibrasi manual. Sistem kendali dipertahankan pada *set-point* 28°C untuk suhu air dan 7,0 keasaman pH dengan tingkat *steady-state error* yang sangat rendah. Platform IoT Blynk memungkinkan pengguna untuk melihat kondisi akuarium secara *real-time* dan jarak jauh dengan latensi rata-rata 0,56 detik dan 0 *packet loss*. Berdasarkan hasil pengujian sistem tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang adalah efektif, andal, dan layak digunakan untuk memelihara kondisi lingkungan akuarium ikan Arwana.

Kata kunci: Regresi linier, Akuarium otomatis, Kalibrasi pH, Sensor DS18B20, ESP32, Ikan arwana

**IMPLEMENTATION OF LINIER REGRESSION ALGORITMA AN
INTERNET OF THINGS (IoT)-BASED pH AUTOMATION CONTROL
SYSTEM FOR ARWANA FISH AQAURIUMS
AHMAD RAIHAN**

ABSTRACT

The objective of this research is to implement an Internet of Things (IoT)-based automatic temperature and pH control system for an Arowana fish aquarium to maintain water quality according to the habitat requirements. This is because Arowana fish are high-value ornamental fish that are sensitive to changes in water temperature and acidity. Therefore, an accurate, stable, and automated monitoring and control system is essential. The system is designed using an ESP32 microcontroller as its control center, while the sensors used are the DS18B20 temperature sensor and PH-450C sensor as data acquisition elements. A heater, a fan, and a water pump serve as actuators to automatically adjust the aquarium conditions to maintain pH and water temperature. pH sensor calibration was performed using a simple linear regression calibration method to improve measurement accuracy. The pH calibration was conducted by immersing the sensor in standard buffer solutions of pH 4, 7, and 9, representing acidic, neutral, and alkaline conditions. These values serve as reference points for correcting sensor readings. Calibration performance was measured using Mean Absolute Error (MAE), Root Mean Square Error (RMSE), and the coefficient of determination (R^2). Evaluation of the tests showed that the linear regression calibration method reduced error levels by 57% for MAE and 67% for RMSE, and improved R^2 from 99.12% to 99.91%, compared to the manual calibration method. The control system maintained set-points of 28°C for water temperature and pH 7.0 for acidity with very low steady-state error. The Blynk IoT platform allows users to monitor aquarium conditions in real-time and remotely, with an average latency of 0.56 seconds and 0% packet loss. Based on the system test results, it can be concluded that the designed system is effective, reliable, and suitable for maintaining the environmental conditions of an Arowana fish aquarium.

Keywords: *Linear regression, Aquarium automation, pH calibration, DS18B20 sensor, ESP 32, Arwana Fish*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	0
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENYATAAN KARYA SENDIRI.....	ii
SURAT KETERANGAN HASIL <i>SIMILARITY</i>	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vii
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Batasan Masalah.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	7
BAB II LANDASAN TEORI	8
2.1 <i>Studi Literature</i>	8

2.2	Ikan Arwana Super Red (<i>Sclerophages Formosus</i>)	12
2.3	<i>Internet of Things</i> (IoT).....	13
2.4	Regresi Linier.....	14
2.5	Sensor pH Meter 4502C	15
2.6	Sensor Suhu DS18B20	18
2.7	Node MCU ESP32	19
2.8	OLED (<i>Organic Light-Emitting Diode</i>).....	22
2.9	Relay.....	25
2.10	Heater Aquarium.....	27
2.11	Kipas Aquarium	29
2.12	Pompa Aquarium.....	30
2.13	Power Supplay.....	31
BAB III	METODE PELAKSANAAN.....	34
3.1	Diagram Alir Penelitian dan Tahapan	34
3.2	Kebutuhan Sistem dan Spesifikasi	36
3.2.1	Kebutuhan Fungsional Sistem.....	36
3.2.2	Spesifikasi Sistem.....	37
3.3	Perancangan <i>Hardware</i> Rangkaian Kontrol dan Komunikasi	38
3.3.1	Koneksi ESP32 dengan OLED.....	40
3.3.2	Koneksi ESP32 dengan Sensor pH	41
3.3.3	Koneksi ESP32 dengan Sensor Suhu DS18B20	42
3.3.4	Koneksi ESP32 dengan Relay 4 Channel.....	43
3.3.5	Rangkaian Keseluruhan dari Sistem.....	44
3.4	Perancangan Perangkat Lunak & IoT	44
3.4.1	Arsitektur Frimware Sistem	45

3.5	Alur Kerja Sistem.....	45
3.5.1	Protokol Komunikasi IoT.....	46
3.6	Prosedur Kalibrasi dan Pemodelan Regresi Linier	47
3.6.1	Pengumpulan Data Kalibrasi.....	47
3.6.2	Pemodelan Regresi Linier	48
3.6.3	Validasi Model dan Matrik Evaluasi.....	49
3.7	Perhitungan Koefisien Determinasi Sensor Suhu dan pH.....	49
3.8	Integrasi Model ESP 32.....	50
3.9	Prosedur Pengujian Fungsional.....	51
3.9.1	Pengujian Sensor pH	51
3.9.2	Pengujian Sensor Suhu.....	51
3.9.3	Pengujian Aktuator.....	52
3.9.4	Pengujian OLED	52
3.9.5	Pengujian Konektifitas IoT	52
3.10	Prosedur Pengujian Kinerja dan Metrik.....	52
3.10.1	Pengujian Akurasi Sensor	52
3.10.2	Pengujian Kinerja Kendali	53
3.10.3	Pengujian Kinerja IoT	54
3.11	Batasan dan Asumsi Pengujian	55
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1	Gambaran Umum Sistem	56
4.2	Hasil Perancangan Perangkat Keras.....	56
4.2.1	Realisasi Rangkaian Sistem.....	56
4.2.2	Hasil Perakitan Alat.....	57
4.3	Hasil Prencangan Perangkat Lunak.....	58

4.3.1	Perhitungan pH Menggunakan Regresi Linier	58
4.3.2	Pembacaan Sensor pH	60
4.3.3	Pembacaan Sensor Suhu.....	60
4.3.4	Fitur Kalibrasi Sistem.....	61
4.4	Hasil Kalibrasi Sensor	62
4.4.1	Netral Kalibrasi Sensor pH.....	62
4.4.2	Pengumpulan Data Kalibrasi	63
4.5	Pengujian Sensor pH dengan Pemodelan Regresi Linier.....	65
4.5.1	Pengujian Koefisien β_0 dan β_1 Sensor pH	65
4.5.2	Pengujian Sensor pH Menggunakan Model Regresi Linier...	67
4.6	Pengujian Sensor Suhu.....	69
4.7	Pengujian Fungsional	69
4.7.1	Pengujian Respon Actuator	69
4.7.2	Pengujian Display OLED	70
4.7.3	Pengujian Sistem IoT	72
4.8	Prosedur Pengujian Kinerja dan Matrik	73
4.8.1	Pengujian Akurasi Sensor pH.....	73
4.8.2	Koefisien Determinasi Sensor pH	77
4.8.3	Pengujian Akurasi Sensor Suhu DS18B20	78
4.8.4	Koefisien Determinasi Sensor Suhu DS18B20	80
4.8.5	Kinerja Kendali	81
4.8.6	Kinerja IoT	85
4.9	Batasan dan Asumsi Pengujian	87
4.9.1	Batasan Pengujian	87
4.9.2	Asumsi Pengujian.....	88

4.10 Analisis Sistem.....	90
4.10.1 Akurasi Konversi Nilai ADC ke pH	90
4.10.2 Stabilitas dan Presisi.....	90
4.10.3 Respons Kontrol Aktuator.....	90
4.10.4 Pengaruh Suhu Terhadap pH.....	90
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	92
5.1 Kesimpulan.....	92
5.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	99



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Studi Literature	10
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor pH	17
Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor DS18B20	18
Tabel 2.4 Perbandingan ESP32.....	20
Tabel 2.5 Spesifikasi OLED	24
Tabel 2.6 Interface Pin Function OLED	24
Tabel 3.1 Spesifikasi dan Parameter Sistem	37
Tabel 3.2 Koneksi OLED ke ESP32	41
Tabel 3.3 Koneksi Sensor pH ke ESP32.....	42
Tabel 3.4 Koneksi Sensor DS18B20 ke ESP32	43
Tabel 3.5 Koneksi Relay ke ESP32	44
Tabel 3.6 Struktur Blynk.....	47
Tabel 4.1 Data ADC Hasil Kalibrasi pH Referensi	65
Tabel 4.2 Pengujian Akurasi Sensor pH Metode Regresi Linier Kalibrasi	67
Tabel 4.3 Tabel Hasil Pengujian Sensor Suhu	69
Tabel 4.4 Pengujian Respon Aktuator	70
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Sistem IoT	72
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Sensor pH Metode Manual Kalibrasi	73
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Sensor pH Metode Regresi Linier Kalibrasi	74
Tabel 4.8 Hasil Perbandingan MAE dan RMSE Metode Kalibrasi Manual Dan Regresi Linier.....	76
Tabel 4.9 Perbandingan Nilai Koefisien Determinasi Metode Kalibrasi Manual Dan Regresi Linier.....	78
Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian MAE Dan RMSE Sensor Suhu	79
Tabel 4.11 Data Hasil Pengukuran Koefisien Determinasi Sensor Suhu DS18B20	80
Tabel 4.12 Pengujian <i>Step Respon</i>	81
Tabel 4.13 Hasil Pengujian <i>Settling Time</i>	82

Tabel 4.14 Persentase <i>Overhoot</i> Sensor pH Dan Suhu	83
Tabel 4.15 Data Hasil <i>Steady-State</i>	84
Tabel 4.16 Pengujian <i>Latency End-to-end</i>	85
Tabel 4.17 Pengujian <i>Packet Loss</i>	86



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Disain Kaca Elektroda Sensor pH.....	16
Gambar 2.2 Analog pH Meter.....	17
Gambar 2.3 Sensor Suhu DS18B20.....	18
Gambar 2.4 Pin Out ESP32.....	20
Gambar 2.5 Struktur dari OLED.....	23
Gambar 2.6 Bentuk dari OLED	24
Gambar 2.7 Relay.....	25
Gambar 2.8 Bagian-bagaian Relay	26
Gambar 2.9 Pengolongan Relay.....	27
Gambar 2.10 Heater Akuarium.....	28
Gambar 2.11 Kipas Akuarium	29
Gambar 2.12 Pompa Akuarium.....	30
Gambar 2.13 Power Supplay.....	32
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	35
Gambar 3.2 Blok Diagram Rangkaian.....	39
Gambar 3.3 Blok Diagram Rangkaian Kontrol Suhu	39
Gambar 3.4 Blok Diagram Rangkaian Kontrol pH.....	39
Gambar 3.5 Rangkaian ESP32 ke OLED	40
Gambar 3.6 Rangkaian ESP32 ke Sensor pH	41
Gambar 3.7 Rangkaian ESP32 ke Sensor DS18B20	42
Gambar 3.8 Rangkaian ESP32 ke Relay.....	43
Gambar 3.9 Rangkaian Keseluran Dari Sistem.....	44
Gambar 3.10 Diagram Alir Sistem.....	46
Gambar 3.11 Larutan Buffer Standar pH.....	48
Gambar 4.1 Penempatan Sensor Dan Aktuator.....	57
Gambar 4.2 Box Kontrol Panel.....	58
Gambar 4.3 Kalibrasi Netral	62
Gambar 4.4 Serial Monitoring Kalibrasi Netral.....	63

Gambar 4. 5 Proses Pengambilan Data Larutan Buffer pH	64
Gambar 4.6 Tampilan Menu Klaibrasi Pada Serial Monitoring	64
Gambar 4.7 Niali ADC Larutan Buffer pH.....	65
Gambar 4.8 Tampilan Koefisien β_0 dan β_1	67
Gambar 4.9 Grafik Hubungan PH dan ADC	68
Gambar 4.10 Tampilan OLED.....	71
Gambar 4.11 Tampilan IoT Blynk	72
Gambar 4.12 Grafik Kalibrasi Metode Manual VS Regresi Linier	77



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Alat.....	99
Lampiran 2. Bukti Bimbingan Tugas Akhir	104
Lampiran 3. Curriculum Vittae	105
Lampiran 4. Code Program	107

