

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ROBOT CERDAS ROV (*REMOTELY OPERATED VEHICLE*) BERBASIS KENDALI JARAK JAUH UNTUK PENGAMATAN KEHIDUPAN IKAN BERBANTUKAN KAMERA 180°

AFIFAH RODHIYATUN NISA



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul “Robot Cerdas ROV (*Remotely Operated Vehicle*) Berbasis Kendali Jarak Jauh untuk Pengamatan Kehidupan Ikan Berbantuan Kamera 180°” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2025

Afifah Rodhiyatun Nisa
J0304211119

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

AFIFAH RODHIYATUN NISA. Robot Cerdas ROV (*Remotely Operated Vehicle*) Berbasis Kendali Jarak Jauh Untuk Pengamatan Kehidupan Ikan Berbantuan Kamera 180° (Remote Control Based ROV Intelligent Robot For Fish Life Observation Assisted Camera 180°). Dibimbing oleh RIDWAN SISKANDAR.

Pengembangan robot cerdas ROV (*Remotely Operated Vehicle*) mampu mendeteksi kehidupan ikan berdasarkan kondisi lingkungan air dengan menggunakan kamera 180° yang dilengkapi dengan nirkabel kendali jarak jauh. Robot ini dirancang untuk perairan air tawar, yang dikendalikan dengan *remote control*. Prediksi akurasi data sensor kualitas air menggunakan metode logika *fuzzy* ANFIS. Dimensi robot adalah lebar 40 cm, panjang 46 cm, dan diameter *acrylic* tabung sebesar 10 cm dengan tinggi 40 cm, dengan berat 4 kg. Robot dapat bergerak sejauh 25 cm, dengan kedalaman air hingga 30-40 cm. Pengamatan ikan akan ditampilkan pada *website monitoring*. Pengujian sensor polutan air dilakukan pada pagi, siang, dan malam di 5 kolam yang berbeda kemudian dilakukan evaluasi kinerja model dengan menggunakan *Random Forest*. Kemudian pada pengamatan kehidupan ikan menggunakan model YOLOv8l dengan akurasi mAP50(B) sebesar 0,859; mAP50-95(B) sebesar 0,68; *precision*(B) sebesar 0.904, dan *recall* sebesar 0,779 yang menunjukkan deteksi ikan hampir sempurna.

Kata kunci: *Fuzzy* ANFIS, Kecerdasan Buatan, Pembelajaran Mesin, Prediksi Kualitas Air, Sistem Kendali.

ABSTRACT

AFIFAH RODHIYATUN NISA. Remote Control-Based ROV Intelligent Robot For Fish Life Observation Assisted 180° Camera. Supervised by RIDWAN SISKANDAR.

The development of an intelligent ROV (*Remotely Operated Vehicle*) robot is able to detect fish life in real-time based on water environmental conditions using a 180° camera equipped with a wireless remote control. This robot is designed for freshwater, which is controlled by remote control. Prediction of water quality sensor data accuracy using the ANFIS fuzzy logic method. The dimensions of the robot are 40 cm wide, 46 cm long, and an acrylic tube diameter of 10 cm with a height of 40 cm, weighing 4 kg. The robot can move as far as 25 cm, with a water depth of up to 30-40 cm. Fish observations will be displayed on the monitoring website. Water pollutant sensor testing was carried out in the morning, afternoon, and evening in 5 different ponds, then an evaluation of model performance was carried out using *Random Forest*. Then in the observation of fish life using the YOLOv8l model with an accuracy of mAP50 (B) of 0.859, mAP50-95 (B) of 0.68, precision (B) of 0.904, and recall of 0.779 which indicates almost perfect fish detection.

Keywords: Fuzzy ANFIS, Artificial Intelligence, *Machine learning*, Water Quality Prediction, Control System.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



ROBOT CERDAS ROV (*REMOTELY OPERATED VEHICLE*) BERBASIS KENDALI JARAK JAUH UNTUK PENGAMATAN KEHIDUPAN IKAN BERBANTUKAN KAMERA 180°

AFIFAH RODHIYATUN NISA

Laporan Proyek Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer

**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

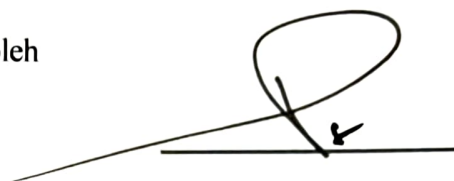
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Proyek Akhir : Robot Cerdas ROV (*Remotely Operated Vehicle*) Berbasis Kendali Jarak Jauh untuk Pengamatan Kehidupan Ikan Berbantuan Kamera 180°
Nama : Afifah Rodhiyatun Nisa
NIM : J0304211119

Disetujui oleh

Pembimbing:
Dr. Ridwan Siskandar, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI. 201811 19861119 2 014

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP. 19660717 199203 1 003





Tanggal Ujian:
14 Juni 2025

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Agustus 2024 hingga November 2024 dengan mengusung tema Robotik dan berjudul "Robot Cerdas ROV (*Remotely Operated Vehicle*) Berbasis Kendali Jarak Jauh untuk Pengamatan Kehidupan Ikan Berbantuan Kamera 180°". Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua tercinta, Bapak Wardi dan Ibu Dwi Wahyuni, atas doa dan dukungan baik secara moril maupun materil selama penulis menempuh pendidikan. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. Ridwan Siskandar, S.Si., M.Si., selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan tugas akhir ini. Penulis juga berterima kasih kepada Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T., selaku Dekan Sekolah Vokasi Institut Pertanian Bogor, serta kepada seluruh teman-teman mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer angkatan 58 atas kebersamaan dan semangat yang telah diberikan selama masa studi.

Selain itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada Hibah Penelitian Terapan Vokasi dengan Nomor Kontrak Induk 120/SPK/D.D4/PPK.01.APTV/IV/2024 dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah mendukung pendanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Saudara Dafa Zulqitshi yang telah berkontribusi sebagai bagian dari tim peneliti, terutama dalam proses pembuatan robot mulai dari konfigurasi *thruster* hingga pemrograman sistem, yang sangat membantu kelancaran pelaksanaan proyek ini.

Penulis berharap laporan proyek akhir ini dapat memberikan manfaat bagi diri sendiri, para pembaca, maupun masyarakat secara umum. Atas perhatian dan dukungan semua pihak, penulis mengucapkan terima kasih.

Bogor, Juni 2025

Afifah Rodhiyatun Nisa

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat	5
1.5 Ruang Lingkup	5
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Robotika	8
2.2 Peran Robot di Bidang Perairan	8
2.3 Konsep Dasar Artificial Intelligence dan Machine Learning	8
2.4 Logika <i>Fuzzy</i> ANFIS	9
2.5 Sensor	9
2.5.1 DS18B20	10
2.5.2 Sensor pH	11
2.5.3 Sensor <i>Total Dissolved Solids</i>	11
2.6 Pengolahan Data Kualitas Air Kolam Air Tawar	12
2.7 Sistem Kendali Jarak Jauh	12
2.7.1 Pixhawk	14
2.7.2 <i>Joystick Remote Control</i>	15
2.7.3 Motor <i>Brushless</i> DC	15
2.7.4 <i>Electronic Speed Controller</i> 45A	16
2.8 Sistem Pengamatan Ikan	16
2.8.1 Raspberry Pi 3	16
2.8.2 Modul Kamera 180°	17
III METODE	18
3.1 Perancangan	22
3.1.1 Perancangan Hardware	22
3.1.2 Perancangan <i>Software</i>	25
3.1.3 Perancangan Sistem Kendali Jarak Jauh	33
3.1.4 Perancangan Sistem Sensor Kualitas Air	44
3.1.5 Perancangan Analisis Logika <i>fuzzy</i> ANFIS MATLAB	48
3.1.6 Analisa Pengamatan Kehidupan Ikan Air Tawar	59
3.2 Uji Kinerja	64
3.2.1 Pengujian Sistem Kendali Jarak Jauh	64
3.2.2 Pengujian Sensor Kualitas Air	68
3.2.3 Pengujian Analisis Logika <i>Fuzzy</i> ANFIS MATLAB	68
3.2.4 Pengujian Pengamatan Kehidupan Ikan Air Tawar	70



IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	71
4.1	Hasil Pengujian Sistem Kendali Jarak Jauh	73
4.1.1	Analisis Gaya Apung	73
4.1.2	Pengujian Sistem Gerak Motor	74
4.1.3	Pengujian Sistem Kendali Jarak Jauh	76
4.1.4	Pengujian Pemakaian Kapasitas Baterai	77
4.2	Hasil Pengujian Sensor Kualitas Air	80
4.2.1	Evaluasi Kinerja Model <i>Random Forest</i>	82
4.2.2	Visualisasi Data dan Status Kualitas Air di <i>Website</i>	85
4.3	Hasil Analisis Logika <i>Fuzzy</i> ANFIS MATLAB	86
4.3.1	Visualisasi dan Evaluasi Model <i>Fuzzy</i> ANFIS	86
4.4	Hasil Pengujian Pengamatan Kehidupan Ikan Air Tawar	89
4.4.1	Metriks Akurasi Deteksi Ikan pada YOLOv8l	89
4.4.2	Antarmuka Sistem Pengamatan Kehidupan Ikan	94
	SIMPULAN DAN SARAN	97
5.1	Simpulan	97
5.2	Saran	97
	DAFTAR PUSTAKA	98
	LAMPIRAN	103
	RIWAYAT HIDUP	119

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Kebutuhan fungsionalitas alat	19
2	Kebutuhan fungsionalitas alat (<i>lanjutan</i>)	20
3	Kebutuhan fungsionalitas perangkat lunak	21
4	Himpunan <i>fuzzy</i>	49
5	Himpunan <i>fuzzy</i> (<i>lanjutan</i>)	50
6	<i>fuzzy rule based</i>	52
7	Sample data aturan <i>fuzzy</i>	54
8	Spesifikasi robot ROV	71
9	Spesifikasi robot ROV (<i>lanjutan</i>)	72
10	Perbandingan gaya apung dan berat robot	74
11	Uji Transmisi Kontrol	76
12	Pengujian Pemakaian Kapasitas Baterai Sistem Gerak	77
13	Pengujian Pemakaian Kapasitas Baterai Sistem Gerak (<i>lanjutan</i>)	78
14	Pengujian pemakaian kapasitas baterai sensor	78
15	<i>Sample data</i> nilai normalisasi	83
16	Metriks evaluasi <i>Random Forest</i>	84
17	Data <i>confusion matrix</i>	91
18	Data <i>confusion matrix</i> (<i>lanjutan</i>)	92
19	Hasil evaluasi model	92
20	Hasil evaluasi model (<i>lanjutan</i>)	93

DAFTAR GAMBAR

1	<i>State of the art</i>	7
2	DS18B20	10
3	Sensor pH	11
4	<i>Total Dissolved Solids</i>	11
5	Pixhawk	14
6	<i>Joystick remote control</i>	15
7	Motor <i>brushless</i> DC tipe A2212	15
8	<i>Electronic speed controller</i> 45A	16
9	Raspberry Pi 3	16
10	Modul kamera 180°	17
11	Observasi : (a) Pengambilan sample air; (b) Bak kolam ikan nila	19
12	Prosedur Penelitian	21
13	Blok diagram	23
14	<i>Flowchart</i>	24
15	Rangkaian Elektronik	25
16	Kode program sistem gerak	26
17	Kode program pembaca sensor pH	27
18	Kode program sensor TDS	28
19	Kode Program DS18B20	29
20	Mengimpor modul sistem ANFIS	30
21	Memuat data dari <i>file</i>	30

22	Pelatihan model ANFIS	31
23	Mengimpor <i>library</i> NumPy	32
24	Menjalankan <i>output</i> pada data <i>Input 'X'</i>	32
25	Desain Mekanik Robot : (a) gambar teknik tampak depan; (b) desain 3D tampak depan; (c) gambar teknik tampak atas; (d) desain 3D tampak atas; (e) gambar teknik tampak bawah; (f) desain 3d tampak bawah; (g) desain 3D tampak kiri; (h) desain 3D tampak kanan.	34
26	Desain badan robot	35
27	Desain <i>propeller</i> robot : (a) <i>propeller</i> ; (b) <i>propeller</i> dan motor BLDC A2212	35
28	Desain <i>thruster</i> : (a) <i>thruster</i> horizontal; (b) <i>thruster</i> vertikal	36
29	Penempatan kamera 180°	36
30	8 <i>Thruster Configuratin With 6-DOF</i>	38
31	6 <i>Degrees of Freedom</i> : (a) <i>surge</i> (gerak maju); (b) <i>surge</i> (gerak mundur); (c) <i>yaw</i> (putar kanan); <i>yaw</i> (putar kiri); (e) <i>roll</i> (miring kanan); (f) <i>roll</i> (miring kiri); (g) <i>port serial</i> (kepala naik); (h) <i>port serial</i> (kepala turun); (i) <i>sway</i> (bergeser kanan); (j) <i>sway</i> (bergeser kiri); (k) <i>heave</i> (gerak naik); (l) <i>heave</i> (gerak turun)	40
32	Pemetaan Sistem Kendali <i>Remote Control</i>	43
33	<i>Flowchart</i> integrasi sistem kendali	44
34	<i>Flowchart</i> perancangan sistem sensor kualitas air	44
35	Inisialisasi sensor suhu DS18B20 pada Raspberry Pi.	45
36	Inisialisasi ADS1115 untuk Sensor pH dan TDS.	45
37	Pembacaan data sensor oleh Raspberry Pi	46
38	Pengolahan data sensor oleh Raspberry Pi	47
39	<i>Flowchart</i> perancangan sistem <i>Fuzzy</i> ANFIS	48
40	Antarmuka sistem <i>fuzzy</i> Mamdani	49
41	Himpunan keanggotaan <i>fuzzy</i> : (a) pH; (b) suhu; (c) TDS; dan (d) presentase kualitas air	51
42	<i>Rule editor</i> pada MATLAB	52
43	Rule viewer pada MATLAB	53
44	Antarmuka <i>Neuro-Fuzzy Designer</i>	55
45	Antarmuka <i>generate FIS</i>	55
46	ANFIS model struktur	56
47	Model <i>fuzzy</i> ANFIS	57
48	Himpunan keanggotaan <i>fuzzy</i> : (a) pH; (b) suhu; (c) TDS; dan (d) presentase kualitas air	58
49	<i>Rule editor</i> pada MATLAB	59
50	<i>Flowchart</i> perancangan analisa pengamatan ikan	59
51	Distribusi dataset	60
52	<i>Preprocessing</i> dan augmentasi data dari Roboflow.	60
53	Kode pelatihan YOLOv8l	61
54	Hasil validasi model YOLOv8l	62
55	Hasil <i>output</i> pelatihan YOLOv8l	62
56	Video observasi ikan air tawar di kolam	63
57	Proses inferensi YOLOv8l untuk mendeteksi objek	64
58	Flowchart Metode Pengujian Sensor Kualitas Air	68
59	<i>Flowchart</i> Alur Pelatihan dan Pengujian Model ANFIS di MATLAB.	69

60	<i>Flowchart</i> metode pengujian pengamatan kehidupan ikan.	70
61	Prototipe Robot	71
62	Mekanik robot : (a) tampak depan; (b) tampak samping; (c) tampak belakang; dan (d) tampak atas	73
63	PWM Terhadap Gerak Maju	75
64	Hubungan PWM, Waktu, dan Kecepatan Sudut untuk Rotasi 360°	75
65	Uji Transmisi Kontrol di Air	77
66	Waktu Operasi vs Konsumsi Energi Kumulatif	79
67	Waktu Operasi vs Kapasitas Baterai Tersisa	80
68	Pengujian Akurasi Sensor pada Pagi, Siang, dan Malam : (a) pH; (b) Suhu; (c) TDS.	81
69	<i>Scatter plot</i> R^2	85
70	Antarmuka <i>website monitoring</i>	86
71	<i>Rule view</i> MATLAB	87
72	<i>Surface viewer</i> via MATLAB	87
73	<i>Training data error</i>	88
74	<i>Training data</i>	88
75	<i>Testing data</i>	89
76	Analisis performa model : (a) <i>precision</i> ; (b) <i>recall</i>	90
77	Analisis performa model : (a) mAP50; (b) mAP50-95(B)	90
78	<i>Confusion matrix</i>	91
79	Hasil deteksi ikan pada video asli	94
80	<i>Website monitoring</i> kolam ikan nila	95
81	<i>Website monitoring</i> kolam ikan lele	95

DAFTAR LAMPIRAN

1	Gambar Teknik Desain Mekanik Keseluruhan Robot Tampak Depan dan Tampak Belakang	105
2	Gambar Teknik Desain Mekanik Keseluruhan Robot Tampak Atas dan Tampak Bawah	106
3	Gambar Teknik <i>Tuber Ring</i> as Pipa <i>Acrylic</i>	107
4	Gambar Teknik Sayap	108
5	Gambar Teknik Konektor Sayap	109
6	Gambar Teknik Penyangga Bawah Sayap	110
7	Gambar Teknik <i>Frame Seal</i> Belakang Tampak Atas, Tampak Samping, dan Tampak Bawah	111
8	Gambar Teknik <i>Frame Seal</i> Belakang Tampak Atas dan Tampak Samping	112
9	Gambar Teknik <i>Thruster</i> Horizontal	113
10	Gambar Teknik <i>Thruster</i> Vertikal	114
11	Kode program proses inferensi YOLOv8	115