



# **SISTEM PREDIKSI NILAI KEKERUHAN AIR SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN ESP32-CAM DENGAN PLATFORM ROBOFLOW**

**FARHAN FATHURAHMAN**



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER  
SEKOLAH VOKASI  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2024**

- 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.



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

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul “Sistem Prediksi Nilai Kekeruhan Air Secara *Real-Time* Menggunakan ESP32-CAM dengan Platform Roboflow” 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 proyek akhir ini.

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

Bogor, Juli 2024

Farhan Fathurahman  
J0304201033



### @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.

## ABSTRAK

FARHAN FATHURAHMAN. Sistem Prediksi Nilai Kekeruhan Air Secara *Real-Time* Menggunakan ESP32-CAM dengan Platform Roboflow. Dibimbing oleh INNA NOVIANTY.

Kualitas air dalam budi daya ikan merupakan hal penting untuk menjaga keberlangsungan hidup ikan. Kekeruhan salah satu karakter fisik air yang memegang peranan penting dalam penentuan kualitas air. Kekeruhan dalam air diukur dengan satuan *Nephelometric Turbidity Units* (NTU). Sensor yang dapat digunakan untuk memeriksa kekeruhan air adalah sensor *turbidity/Total Suspended Solid* (TSS). Akan tetapi, sensor tersebut mudah dimasuki oleh air sehingga menjadi rusak. Oleh karena itu, dibuatlah suatu alternatif sensor tersebut, yaitu dengan ESP32-CAM serta algoritme *computer vision*. ESP32-CAM bertindak sebagai kamera yang menangkap gambar permukaan air yang ada di kolam atau akuarium. Setelah itu, ESP32-CAM akan mengirim gambar menuju *server* untuk diproses dengan algoritme *computer vision* yang dibuat dengan platform Roboflow berupa model *multi-label classification*. Akurasi model *multi-label classification* didapatkan sebesar 98,9%. Hasil keluaran model tersebut adalah nilai kisaran kekeruhan air dengan satuan NTU.

Kata kunci: esp32-cam, kekeruhan air, kualitas air, *multi-label classification*, roboflow.

## ABSTRACT

FARHAN FATHURAHMAN. Real-Time Water Turbidity Value Prediction System using ESP32-CAM with Roboflow Platform. Supervised by INNA NOVIANTY.

Water quality in fish farming is important to maintain the survival of fish. Turbidity is one of the physical characteristics of water that plays an important role in determining water quality. Turbidity in water is measured in Nephelometric Turbidity Units (NTU). The sensor that can be used to check water turbidity is the turbidity sensor/ Total Suspended Solid (TSS). However, water can easily penetrate the sensor and become damaged. Therefore, an alternative sensor was created, namely the ESP32-CAM and the computer vision algorithm. The ESP32-CAM acts as a camera that captures images of the water surface in the pond or aquarium. After that, the ESP32-CAM will send the image to the server for processing with the computer vision algorithm created with the Roboflow platform in the form of a multi-label classification model. Accuracy of the multi-label classification model is 98.9%. Output of the model is the value of the water turbidity range in NTU units.

Keywords: esp32-cam, multi-label classification, roboflow, water turbidity, water quality.



@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 2024  
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. 13 Pelimpahan hak cipta atas karya tulis dari penelitian kerja sama dengan pihak luar IPB harus didasarkan pada perjanjian kerja sama yang terkait.



# **SISTEM PREDIKSI NILAI KEKERUHAN AIR SECARA REAL-TIME MENGGUNAKAN ESP32-CAM DENGAN PLATFORM ROBOFLOW**

**FARHAN FATHURAHMAN**

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  
2024**



**@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 University

**Judul Proyek Akhir** : Sistem Prediksi Nilai Kekeruhan Air Secara *Real-Time* Menggunakan ESP32-CAM dengan Platform Roboflow  
**Nama** : Farhan Fathurahman  
**NIM** : J0304201033

Disetujui oleh

**Pembimbing 1:**  
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.

Diketahui oleh

**Ketua Program Studi:**  
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si  
NPI 201811198611192014  
**Dekan Sekolah Vokasi:**  
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T  
NIP 196607171992031003

**Tanggal Ujian:**  
Juli 2024

**Tanggal Lulus:**

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.



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2023 sampai bulan Maret 2024 ini ialah otomatisasi sistem berbasis *Internet of Things* (IoT), dengan judul “Sistem Prediksi Nilai Kekeruhan Air Secara *Real-Time* Menggunakan ESP32-CAM dengan Platform Roboflow”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada dosen pembimbing, Walidatush Sholihah, S.Si., M.Kom, Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si., dan Lathifunnisa Fathonah, S.ST., M.T., yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Andri Hendriana S.Pi., M.Si, Evans Supriana A.Md, dan Abdul Rohman Abi A.Md karena telah membantu dalam proses pengambilan data selama kegiatan pengerjaan proyek akhir ini. Tidak lupa juga ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, Aditya Wicaksono S.Komp., M.Kom, moderator seminar, Gema Parasti Mindara S.Si., M.Kom, dan penguji proyek akhir, Faldiena Marcelita ST., M.Kom. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Selain itu, penulis juga berterima kasih atas teman-teman mahasiswa program studi Teknologi Rekayasa Komputer angkatan 57 yang telah kebersamai selama perkuliahan di Sekolah Vokasi IPB University.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

*Farhan Fathurahman*

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 ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Batasan Penelitian	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kekeruhan Air	3
2.2 ESP32-CAM	3
2.3 <i>Machine Learning</i>	4
2.4 <i>Deep Learning</i>	4
2.5 Roboflow	4
2.6 <i>Vision Transformer (ViT)</i>	5
2.7 Servo	7
2.8 <i>Server</i>	7
2.9 WebSocket	8
2.10 Google Firebase	9
III METODE	10
3.1 Lokasi dan Waktu Proyek Akhir	10
3.2 Teknik Pengumpulan dan Analisis Data	10
3.3 Prosedur Kerja	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	13
4.1 Analisis Masalah dan Kebutuhan	13
4.2 Perancangan Sistem	16
4.3 Pembuatan Sistem	26
4.4 Pengujian Awal Sistem	34
4.5 Pengambilan Gambar serta Pembuatan dan Integrasi Model	35
4.6 Pengujian Akhir Sistem	50
V SIMPULAN DAN SARAN	51
5.1 Simpulan	51
5.2 Saran	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	56
RIWAYAT HIDUP	59

## DAFTAR TABEL

1	Daftar kebutuhan alat dan bahan, beserta keterangan komponen <i>hardware</i> yang digunakan.	14
2	Kebutuhan dan keterangan <i>software</i> yang digunakan	15
3	Kelas nilai kekeruhan dan jumlah gambar masing-masing kelas	36
4	Sampel gambar tiap kelas nilai kekeruhan	37
5	Sampel gambar untuk dua kelas nilai kekeruhan	38
6	Nilai TP, TN, FP, dan FN pada masing-masing kelas	43
7	Metrik kinerja model setiap kelas	44

## DAFTAR GAMBAR

1	ESP32-CAM (Wahyudi dan Edidas 2022)	3
2	Beberapa fitur Roboflow	4
3	Arsitektur <i>Vision Transformer</i> (ViT) (Khan <i>et al.</i> 2021)	5
4	Perbandingan protokol HTTP dengan WebSocket (Olcina <i>et al.</i> 2024)	8
5	Prosedur kerja	10
6	<i>Turbidity</i> meter	13
7	Alur kerja sistem	16
8	Pembagian proses perancangan sistem	17
9	Rancangan komponen elektronik dan jalur PCB	18
10	Skematik PCB	18
11	<i>Layout</i> dan jalur pada PCB	19
12	<i>Bracket servo</i> (Dwinanto <i>et al.</i> 2023)	20
13	Tempat untuk ESP32-CAM	20
14	Penyangga pelindung alat	21
15	Keseluruhan pelindung alat	21
16	Alur kerja <i>software</i>	22
17	Alur pengambilan gambar	23
18	Alur prediksi gambar	24
19	Desain halaman beranda untuk <i>website</i>	25
20	Desain halaman riwayat untuk <i>website</i>	25
21	Desain halaman panduan pengguna untuk <i>website</i>	26
22	Pembagian proses pembuatan sistem	26
23	PCB alat	27
24	PCB yang sudah dirakit	27
25	Pelindung alat yang telah dirakit	28
26	<i>File</i> program Arduino	29
27	Program ESP32-CAM	30
28	<i>File</i> program <i>website</i> di <i>server</i>	31
29	Halaman beranda pada <i>website</i>	32
30	Halaman riwayat pada <i>website</i>	33
31	Halaman panduan pada <i>website</i>	33
32	Tampilan <i>website</i> saat ESP32-CAM dinyalakan	34

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 mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



33	Proses pengambilan gambar, pembuatan model, dan integrasi <i>website</i>	35
34	Penempatan alat di akuarium	35
35	Data kekeruhan air	36
36	Tahap pembagian, pra-pemrosesan, serta augmentasi gambar	39
37	Membuat gambar yang telah di proses sebelumnya ( <i>pre-processing</i> ) dan di augmentasi	40
38	Proses untuk memulai pelatihan model <i>multi-label classification</i>	40
39	Hasil pelatihan model menggunakan Roboflow	41
40	Uji coba model secara langsung	41
41	Pengujian model menggunakan <i>confusion matrix</i>	42
42	<i>Library</i> python	45
43	Konfigurasi CORS	46
44	<i>Load</i> model ke API	46
45	<i>Endpoint</i> untuk <i>testing</i>	47
46	Kode program API	47
47	Kode program <i>website</i> untuk mengirim <i>request</i> ke API dan menampilkan hasilnya ke pengguna	48
48	Hasil prediksi ditampilkan di <i>website</i>	49
49	Hasil prediksi disimpan di <i>database</i> Firebase Firestore lalu ditampilkan di <i>website</i>	49
50	Tampilan halaman beranda dan halaman riwayat pada <i>website</i>	50

@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.