

RANCANG BANGUN SISTEM *OFF-GRID* PEMBERI PAKAN DAN PEMANTAUAN KUALITAS AIR KOLAM IKAN BERBASIS ESP32 DAN LORA *POINT-TO-POINT*

MUHAMMAD AKBAR ABDULLOH



**TEKNOLOGI REKAYASA KOMPUTER
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



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

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul “Rancang Bangun Sistem *Off-Grid* Pemberi Pakan dan Pemantauan Kualitas Air Kolam Ikan Berbasis ESP32 dan LoRa *Point-to-Point*” 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 2026

Muhammad Akbar Abdulloh
J0404221049



@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

MUHAMMAD AKBAR ABDULLOH. Rancang Bangun Sistem *Off-Grid* Pemberi Pakan dan Pemantauan Kualitas Air Kolam Ikan Berbasis ESP32 dan LoRa *Point-to-Point*. Dibimbing oleh MAHFUDDIN ZUHRI.

Budi daya ikan memerlukan pemberian pakan yang teratur dan pemantauan kualitas air, terutama pada lokasi dengan keterbatasan listrik dan internet. Penelitian ini bertujuan merancang sistem *off-grid* untuk pemberian pakan otomatis serta pemantauan suhu, pH, dan sisa pakan berbasis ESP32 dengan komunikasi LoRa *point-to-point*. Sistem terdiri atas unit *transmitter* bertenaga baterai dengan mode *deep sleep* dan RTC serta unit *receiver* untuk menampilkan data dan memberikan peringatan. Kinerja sistem dievaluasi melalui pengujian penjadwalan, ketahanan baterai, kualitas komunikasi LoRa, serta pengujian akurasi sensor menggunakan metode pengukuran *Mean Absolute Error* (MAE). Hasil pengujian menunjukkan nilai MAE suhu sebesar 0,258 °C dan pH sebesar 0,022 unit. Mekanisme pemberi pakan menghasilkan sekitar 0,6 g per siklus gerakan servo. Sistem mampu beroperasi sekitar 27–28 hari menggunakan baterai LiPo 5.000 mAh. Komunikasi tanpa kehilangan paket tercapai hingga 207,3 m, sedangkan pada jarak 504,1 m diperoleh *packet loss* sebesar 23,3%.

Kata kunci: ESP32, kualitas air, LoRa, pemberi pakan otomatis, sistem *off-grid*.

ABSTRACT

MUHAMMAD AKBAR ABDULLOH. Design and Development of an Off-Grid Fish Feeding and Pond Water Quality Monitoring System Using ESP32 and Point-to-Point LoRa. Supervised by MAHFUDDIN ZUHRI.

Fish farming requires regular feeding and water quality monitoring, particularly at sites with limited electricity and internet access. This study aimed to develop an off-grid system for automatic feeding and monitoring of temperature, pH, and remaining feed using ESP32 and point-to-point LoRa communication. The system consisted of a battery-powered transmitter using a deep sleep mode and RTC scheduling, as well as a receiver for displaying data and providing alerts. System performance was evaluated through scheduling tests, battery endurance tests, LoRa communication tests, and sensor accuracy testing using the Mean Absolute Error (MAE) measurement method. The results showed MAEs of 0.258 °C for temperature and 0.022 pH units for pH. The feeding mechanism delivered approximately 0.6 g per servo movement cycle. The system operated for approximately 27–28 days using a 5,000 mAh LiPo battery. Zero packet loss was achieved up to 207.3 m, while a packet loss of 23.3% was observed at 504.1 m.

Keywords: automatic feeder, ESP32, LoRa, off-grid system, 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 2026
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.

RANCANG BANGUN SISTEM *OFF-GRID* PEMBERI PAKAN DAN PEMANTAUAN KUALITAS AIR KOLAM IKAN BERBASIS ESP32 DAN LORA *POINT-TO-POINT*

MUHAMMAD AKBAR ABDULLOH

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
2026**



@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 Laporan Akhir : Rancang Bangun Sistem *Off-Grid* Pemberi Pakan dan Pemantauan Kualitas Air Kolam Ikan Berbasis ESP32 dan LoRa *Point-to-Point*
Nama : Muhammad Akbar Abdulloh
NIM : J0404221049

Pembimbing:
Drs. Mahfuddin Zuhri, M.Si.
NIP 196911041997021001

Disetujui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Inna Novianty, S.Si., M.Si.
NPI 201811198611192014

Diketahui oleh

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T.
NIP 196607171992031003



Tanggal Ujian:
13 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Sistem *Off-Grid* Pemberi Pakan dan Pemantauan Kualitas Air Kolam Ikan Berbasis ESP32 dan LoRa *Point-to-Point*” ini dapat diselesaikan. Penyusunan tugas akhir ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer, Sekolah Vokasi, IPB University.

Dalam proses penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, penulis memperoleh banyak bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Drs. Mahfuddin Zuhri, M.Si., selaku dosen pembimbing atas segala arahan dan masukannya, serta kepada seluruh dosen dan sivitas akademika Program Studi Teknologi Rekayasa Komputer atas ilmu dan pengalaman yang diberikan selama masa perkuliahan. Penulis juga mengapresiasi pihak Pondok Pesantren Pelajar dan Mahasiswa Baitul Ilmaini Gunung Gede atas dukungan pelaksanaan penelitian, beserta rekan-rekan mahasiswa seperti Syaabill, Asyahdan, Ikhsan, Raga, Nabil, Abrar, Habib, Fatah, dan Tazkia yang selalu suportif dan menjadi tempat bertukar pikiran. Ungkapan terima kasih yang tak terhingga turut penulis persembahkan kepada kedua orang tua dan keluarga tercinta atas doa, semangat, serta dukungan yang tiada henti mengiringi setiap langkah penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan sebagai bahan perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Akhir kata, penulis berharap tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan menjadi referensi dalam pengembangan sistem pemberian pakan otomatis, pemantauan kualitas air, sistem *embedded* berdaya rendah, serta komunikasi LoRa *point-to-point* pada bidang budi daya perikanan.

Bogor, Juli 2026

Muhammad Akbar Abdulloh



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Budidaya Ikan dan Kualitas Air	5
2.2 Sistem Pemberi Pakan Otomatis	5
2.3 <i>Embedded System</i> dan Manajemen Daya	6
2.4 Sensor Suhu DS18B20	7
2.5 Sensor pH PH-4502C	8
2.6 Sensor Time-of-Flight VL6180X	8
2.7 Komunikasi LoRa <i>Point-to-Point</i>	9
2.8 <i>Received Signal Strength Indicator</i>	10
2.9 <i>Signal-to-Noise Ratio</i>	10
2.10 <i>Packet Loss</i>	11
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Perancangan Sistem	14
3.5 Pengujian	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Implementasi Sistem	24
4.2 Pengujian Sistem	27
4.3 Evaluasi Sistem	37
V SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	42
RIWAYAT HIDUP	55



DAFTAR TABEL

1	Aktivitas Kegiatan Penelitian	12
2	Perangkat keras (<i>hardware</i>)	12
3	Perangkat lunak (<i>software</i>)	13
4	Hasil kalibrasi sensor pH	28
5	Hasil pengujian sensor pH	29
6	Hasil pengujian sensor suhu DS18B20	30
7	Pemetaan jarak VL6180X terhadap sisa pakan	30
8	Hasil pengujian komunikasi LoRa point-to-point	35

DAFTAR GAMBAR

1	Bentuk Fisik FireBeetle 2 ESP32-E	7
2	Sensor suhu DS18B20 <i>waterproof</i>	7
3	Modul sensor dan probe pH	8
4	Sensor VL6180X	9
5	Prosedur kerja penelitian	14
6	Arsitektur sistem unit <i>transmitter</i> dan unit <i>receiver</i>	15
7	Rangkaian elektronika unit <i>transmitter</i>	16
8	Rangkaian elektronika unit <i>receiver</i>	16
9	Rancangan wadah dan mekanisme pemberi pakan	17
10	Rancangan dudukan sensor pH dan suhu	17
11	Diagram alir perangkat lunak unit <i>transmitter</i>	18
12	Diagram alir perangkat lunak unit <i>receiver</i>	19
13	Hasil perakitan rangkaian unit transmitter	24
14	Pemasangan kapasitor pada jalur catu daya servo	25
15	Implementasi kotak pelindung (a) unit transmitter dan (b) unit receiver	25
16	Mekanisme pemberi pakan pada posisi (a) tertutup dan (b) terbuka	26
17	Implementasi sensor sisa pakan dan dudukan sensor pH dan suhu	26
18	Implementasi sistem pada lokasi pengujian	27
19	Tampilan informasi sistem pada LCD unit <i>receiver</i>	28
20	Perbandingan pembacaan DS18B20 dan HTC-2	30
21	Proses bangun unit <i>transmitter</i> melalui interupsi RTC PCF8563	32
22	Penurunan SoC dan tegangan baterai selama pengujian	33
23	Sebaran titik pengujian komunikasi LoRa <i>point-to-point</i>	35
24	Perubahan RSSI, SNR, dan packet loss terhadap jarak	36



DAFTAR LAMPIRAN

1	Data Kalibrasi, Pengujian sensor pH dan Rekapitulasi MAE	43
2	Data pengujian sensor suhu DS18B20 dan Rekapitulasi MAE	45
3	Data kalibrasi sensor sisa pakan dan mekanisme pemberi pakan	47
4	Rekapitulasi waktu pengoperasian sistem selama pengujian jangka panjang	48
5	Data pengujian ketahanan baterai	49
6	Rekapitulasi data komunikasi LoRa pada enam titik pengujian	52
7	<i>Pseudocode</i> unit transmitter	53
8	<i>Pseudocode</i> unit receiver	54



@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.