

Rancang Bangun Sistem Pencatatan Kualitas Air dan Amoniak Berbasis Android dalam Budidaya Ikan Nila pada Kolam RAS Menggunakan Protokol MQTT dan Node-RED Dashboard

Agung Saputra¹, Dino Rimantho², Ainil Syafitri³, Gunady Haryanto⁴, Ahmad Ridho Nzellfar^{5*}

^{1, 3, 4, 5} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Penelitian ini membahas rancang bangun sistem pencatatan kualitas air dan kadar amoniak berbasis Android untuk mendukung budidaya ikan nila dengan sistem *Recirculating Aquaculture System* (RAS) di Pesantren Guru Qur'an Bintang Al-Qur'an, Bogor. Sistem dikembangkan agar kegiatan budidaya hasil Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) dapat terus dipantau oleh pihak pemberi bantuan secara berkelanjutan setelah kegiatan berakhir. Sistem menggunakan alat ukur C-600A 7 in 1 Meter (pH, suhu, TDS, EC, ORP, *salinity* %, *salinity* ppm, SG) untuk pencatatan harian, strip test amoniak 0–10 mg/L untuk pencatatan mingguan, dan form laporan kematian ikan untuk pencatatan insidental. Aplikasi dikembangkan menggunakan MIT App Inventor dengan komunikasi MQTT dan visualisasi data melalui Node-RED Dashboard. Uji coba selama 30 hari menghasilkan 30 data harian, 4 data mingguan, dan 1 laporan mortalitas. Semua parameter berada pada kisaran ideal dengan pH 6,8–7,5; suhu 27–30 °C; TDS 200–260 ppm; EC 340–420 $\mu\text{S}/\text{cm}$; salinitas 0,08–0,12 %; ORP 215–245 mV; dan NH_3 0,5–3,0 mg/L. Keberhasilan pengiriman data mencapai 97,1 % dengan satu kali kegagalan akibat gangguan jaringan. Evaluasi pengguna menunjukkan 94 % responden merasa aplikasi sangat membantu pencatatan dan monitoring kegiatan. Sistem ini efektif mendukung transparansi, efisiensi, dan keberlanjutan pemantauan pasca-PKM berbasis teknologi IoT.

Kata kunci—IoT, MQTT, Node-RED, Android, Budidaya Ikan Nila.

1. PENDAHULUAN

Pesantren tidak hanya berfungsi sebagai lembaga pendidikan keagamaan, tetapi juga memiliki peran sosial-ekonomi strategis dalam membentuk kemandirian masyarakat. Menurut Kementerian Agama RI (2021), pesantren merupakan lembaga pendidikan Islam tertua di Indonesia yang memiliki potensi besar dalam pengembangan ekonomi berbasis komunitas, karena mengintegrasikan nilai-nilai spiritual, sosial, dan kemandirian dalam sistem pendidikannya. Zamakhsyari Dhofier (2011) menyebutkan bahwa karakter utama pesantren adalah *self-supporting institution*, yaitu lembaga yang membangun kemandirian melalui pengelolaan sumber daya manusia dan alam secara berkelanjutan.

Dalam konteks pembangunan ketahanan pangan nasional, pesantren dapat berperan sebagai model komunitas tangguh pangan, karena memiliki sistem sosial yang kuat, kepemimpinan kolektif, serta jaringan santri dan alumni yang luas. Melalui pembiasaan kerja produktif di lingkungan pesantren, santri tidak hanya dididik secara akademik dan spiritual, tetapi juga dibentuk menjadi individu yang mandiri, berjiwa wirausaha, dan berorientasi pada pemberdayaan masyarakat setelah lulus.

Email korespondensi: agung@univpancasila.ac.id

Sebagai contoh konkret, melalui Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) Fakultas Teknik Universitas Pancasila tahun 2025, Pesantren Guru Qur'an Bintang Al-Qur'an di Bogor memperoleh bantuan instalasi *Recirculating Aquaculture System* (RAS) untuk budidaya ikan nila di kolam terbatas. Program ini tidak hanya berfokus pada peningkatan produksi ikan, tetapi juga pada penerapan teknologi tepat guna dan digitalisasi pencatatan budidaya agar santri mampu mengelola sumber daya secara efisien, mandiri, dan berkelanjutan. Dengan demikian, pesantren dapat menjadi pusat pembelajaran teknologi pangan dan model ketahanan pangan berbasis komunitas yang menanamkan nilai berdaya, berdikari, dan bermanfaat bagi masyarakat luas.

Namun, tantangan pasca kegiatan PKM adalah pemantauan keberlanjutan program. Pihak pemberi bantuan tidak memiliki mekanisme untuk menilai apakah santri terus melakukan perawatan ikan dan pencatatan kualitas air secara konsisten. Oleh karena itu, dikembangkan aplikasi pencatatan digital berbasis Android yang memungkinkan:

- Gunakan Santri mencatat parameter air setiap hari.
- Data terkirim otomatis melalui protokol MQTT.
- Pembimbing dan pemberi bantuan memantau hasilnya secara daring melalui dashboard.

Namun, tantangan pasca kegiatan PKM adalah pemantauan keberlanjutan program. Pihak pemberi bantuan tidak memiliki mekanisme untuk menilai apakah santri terus melakukan perawatan ikan dan pencatatan kualitas air secara konsisten. Oleh karena itu, dikembangkan aplikasi pencatatan digital berbasis Android yang memungkinkan:

Tujuan Penelitian

Penelitian dan kegiatan pengabdian ini dilaksanakan untuk mendukung transformasi pesantren menjadi model komunitas mandiri berbasis teknologi dalam bidang ketahanan pangan, khususnya melalui penerapan sistem budidaya ikan yang efisien, higienis, dan berkelanjutan. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah untuk membangun budaya pencatatan dan pemantauan data secara digital pada kegiatan budidaya ikan nila berbasis *Recirculating Aquaculture System* (RAS), sehingga proses pembelajaran santri tidak hanya berfokus pada praktik teknis, tetapi juga pada literasi teknologi dan pengambilan keputusan berbasis data.

2. METODOLOGI PENELITIAN

a. Lokasi dan Peserta

Penelitian dilakukan di Pesantren Guru Qur'an Bintang Al-Qur'an, Bogor, pada Oktober 2025. Kolam RAS berkapasitas 1.200 L dengan 120 ekor ikan nila (7–10 cm). Delapan santri dilibatkan dalam pencatatan data dan pelaporan.

Tabel 1. Penugasan dalam monitoring kolam sistem RAS

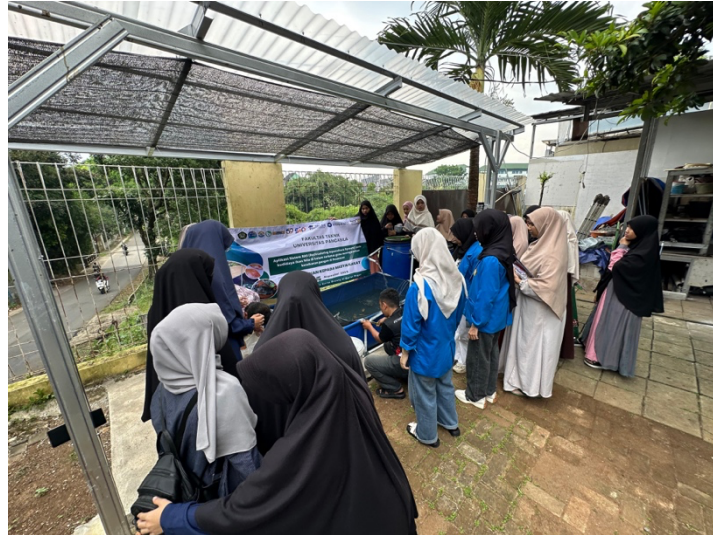
Kelompok	Frekuensi	Fokus Pencatatan	Alat
1	Harian	Kualitas air	C-600A 7 in 1 Meter
2	Mingguan	Kadar amoniak	Strip test NH ₃ 0–10 mg/L
3	Insidetal	Kematian ikan	Form aplikasi

b. Desain Sistem IoT

Aplikasi pencatatan digital dirancang menggunakan MIT App Inventor, yaitu platform pengembangan mobile application berbasis visual block programming yang memungkinkan pembuatan antarmuka Android secara cepat dan efisien tanpa perlu penulisan kode kompleks. Aplikasi ini berfungsi sebagai sumber data utama (client IoT) yang digunakan oleh santri untuk melakukan input parameter hasil pengukuran kualitas air, kadar amoniak, dan catatan kematian ikan.

Proses komunikasi data antar komponen sistem menggunakan protokol MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*). MQTT dipilih karena merupakan protokol komunikasi IoT yang ringan (*lightweight messaging protocol*) dan efisien dalam kondisi jaringan terbatas. Protokol ini menggunakan arsitektur publish-subscribe, di mana aplikasi Android berperan sebagai publisher yang mengirimkan data melalui topik

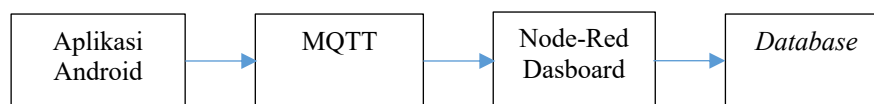
tertentu (misalnya *iot/ras/laporan*), dan *broker Mosquitto* MQTT bertindak sebagai pengatur lalu lintas data (message broker) yang mendistribusikan pesan kepada sistem penerima yang berperan sebagai subscriber.



Gambar 1. Sistem kolam RAS dan Pelibatan santri dalam memantau kolam RAS

Pada sistem ini, *Node-RED* digunakan sebagai subscriber dan pengolah data. *Node-RED* merupakan flow-based programming tool berbasis JavaScript yang bekerja pada lingkungan server (*Raspberry Pi* atau PC lokal). Data yang diterima dari broker MQTT di-parsing dan ditampilkan secara real-time melalui *Node-RED* Dashboard, yang menyediakan antarmuka visual berupa grafik, indikator warna, dan tabel riwayat.

Selain menampilkan data, *Node-RED* juga mengirimkan hasil pencatatan ke *Database MySQL*, yang berfungsi sebagai sistem penyimpanan terpusat untuk analisis dan evaluasi jangka panjang. Dengan demikian, setiap data yang dikirim dari aplikasi Android dapat disimpan secara historis dan diakses kembali oleh tim pembimbing atau pihak pemberi bantuan PKM.



Gambar 2 Arsitektur komunikasi sistem IoT

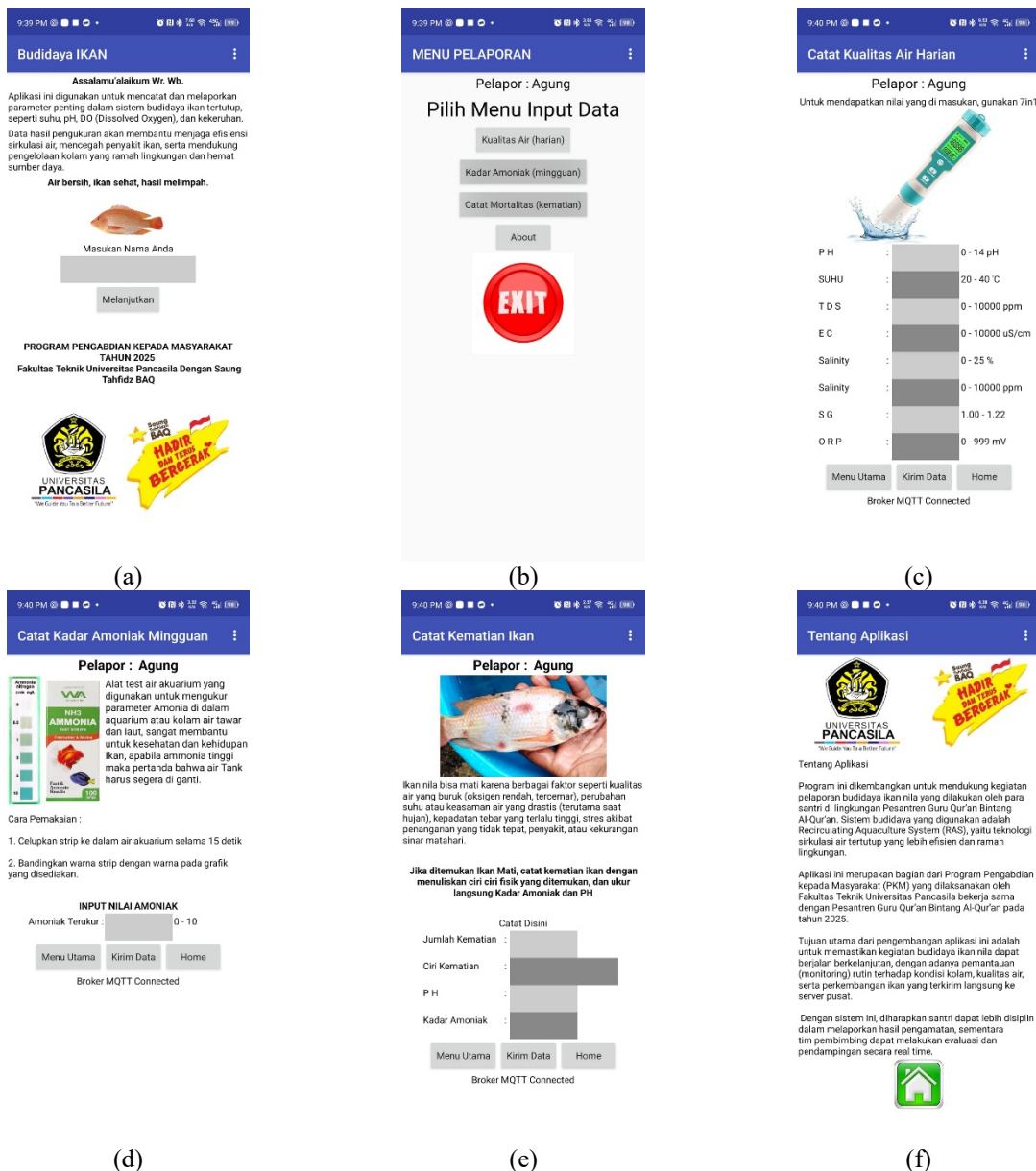
Data yang dikirim menggunakan format JSON seperti contoh berikut :

```
{
  "pelapor": "Ahmad",
  "ph": 7.3,
  "suhu": 28.5,
  "tds": 235,
  "ec": 375,
  "salinity_percent": 0.10,
  "salinity_ppm": 1000,
  "sg": 1.002,
  "orp": 235,
  "amoniak": 0.5,
  "mortalitas": 0,
  "catatan": "",
  "timestamp": "2025-10-18T08:45:00"
}
```

c. Antarmuka Aplikasi Android

Aplikasi terdiri dari tiga form utama:

1. Form Kualitas Air Harian: pH, suhu, TDS, EC, ORP, *salinity* (% , ppm), SG.
2. Form Kadar Amoniak Mingguan: hasil pengukuran *strip test* (skala 0–10 mg/L).
3. Form Laporan Kematian Ikan: jumlah ikan mati, ciri fisik (insang, warna tubuh, luka), pH & amoniak saat kejadian.

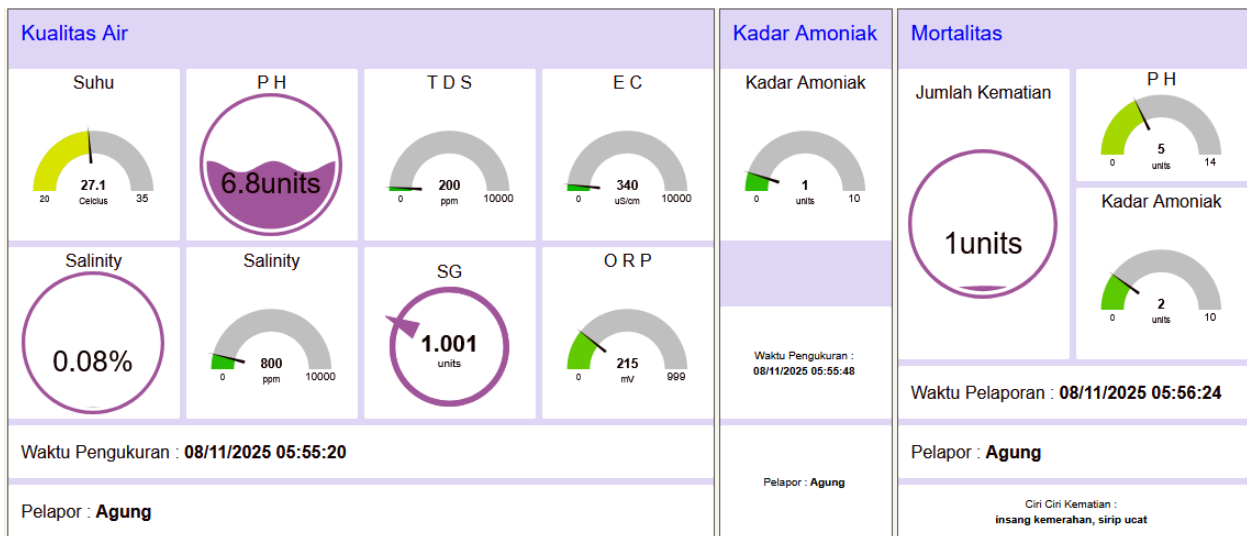


Gambar 3. UI/UX Aplikasi : (a) Halaman muka input nama pelapor; (b) Halaman menu jenis pelaporan; (c) Halaman pelaporan kualitas air harian; (d) Halaman pelaporan kadar amoniak; (e) Halaman pelaporan kematian ikan; (f) Halaman tentang aplikasi

d. Node-RED Dashboard

Dashboard menampilkan:

1. Kondisi laporan kualitas air.
2. Kondisi laporan kadar amoniak.
3. Riwayat laporan mortalitas.



Gambar 4 Tampilan Node-RED Dashboard Monitoring Kualitas Air dan Mortalitas Ikan

e. Pengujian Sistem

Dashboard menampilkan:

1. 30 kali pencatatan harian.
2. 4 kali pengukuran amoniak.
3. 1 laporan mortalitas.

Dari total 35 pengiriman data, hanya 1 kali gagal kirim akibat gangguan jaringan komunikasi.

Tabel 2. Jenis pencatatan dan Parameter yang di laporkan

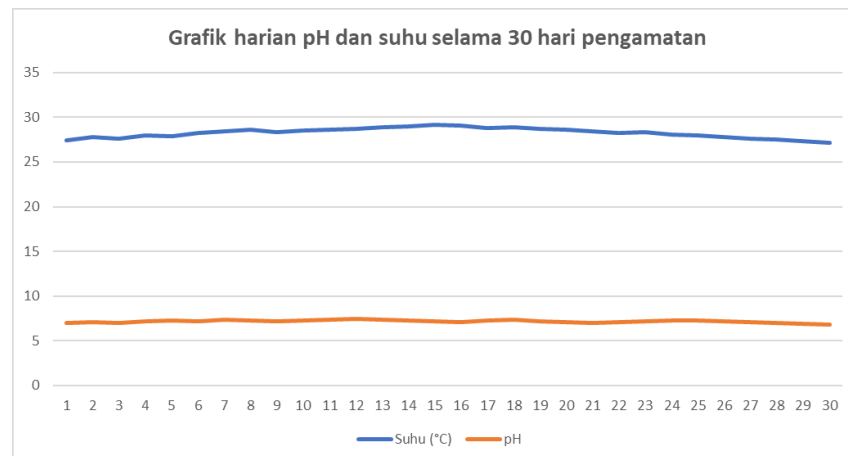
Jenis Pencatatan	Frekuensi	Alat	Parameter
Kualitas air	Harian	C-600A 7 in 1 Meter	pH, suhu, TDS, EC, ORP, salinity (%/ppm), SG
Kadar amoniak	Mingguan	Strip test NH ₃ 0–10 mg/L	NH ₃ (mg/L)
Kematian ikan	Insidetel	Form aplikasi	jumlah, ciri fisik, pH, NH ₃

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Data Kualitas Air Harian

Tabel 3. Rekaman data kualitas air dalam 30 hari

Parameter	Satuan	Min	Max	Rata-rata	Rentang Ideal
Suhu	°C	27.1	30.0	28.4	27–30
pH	–	6.8	7.5	7.2	6.5–8.5
TDS	ppm	200	260	230	<300
EC	µS/cm	340	420	380	<500
Salinity	%	0.08	0.12	0.10	<0.2
Salinity	ppm	800	1200	1000	–
SG	–	1.001	1.003	1.002	–
ORP	mV	215	245	230	200–250



Gambar 5 Grafik harian pH dan suhu selama 30 hari pengamatan

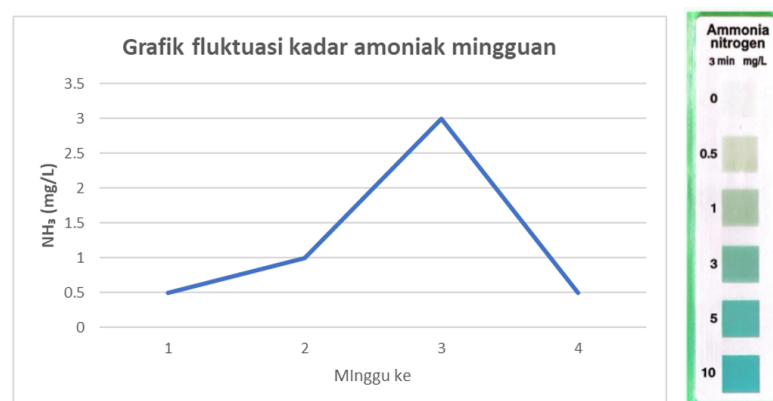
Parameter berada pada kisaran ideal untuk ikan nila. Nilai ORP 230 mV menunjukkan proses oksidasi air optimal, menjaga stabilitas ekosistem mikro.

b. Kadar Amoniak Mingguan

Nilai amoniak pada minggu ke-3 (3 mg/L) menunjukkan akumulasi sisa pakan. Setelah dilakukan pergantian air 20 % dan penambahan biofilter, nilai kembali ke kondisi aman pada minggu ke-4.

Tabel 4. Rekaman data ammonia

Minggu	Nilai NH ₃ (mg/L)	Kategori	Warna Strip
1	0.5	Aman	Hijau muda
2	1.0	Aman	Hijau kehijauan
3	3.0	Waspada	Hijau tua kebiruan
4	0.5	Aman	Hijau muda



Gambar 6 Grafik fluktuasi kadar amoniak mingguan dan Skala warna strip test NH

c. Persamaan

Selama pengamatan, hanya satu kasus kematian ikan:

Tabel 5. Penyebab kematian Ikan

Tanggal	Jumlah	Ciri Fisik	pH	NH ₃
21 Okt	1	insang kemerahan, sirip pucat	6.9	0.7

Selama periode pengamatan, hanya terjadi satu kasus kematian ikan pada 21 Oktober, dengan kondisi pH 6,9 dan kadar amoniak 0,7 mg/L. Nilai tersebut masih dalam batas aman, namun mendekati ambang kewaspadaan. Ciri fisik ikan berupa insang kemerahan dan sirip pucat mengindikasikan kemungkinan stres akibat penurunan kualitas air atau fluktuasi oksigen terlarut. Hal ini menunjukkan bahwa sistem RAS bekerja cukup baik dalam menjaga kestabilan lingkungan, namun tetap diperlukan pemantauan rutin dan penggantian air sebagian untuk mencegah akumulasi bahan organik yang dapat meningkatkan kadar amoniak.

d. Kinerja Sistem dan Evaluasi Pengguna

1. Total data terkirim: 35 kali (30 harian, 4 mingguan, 1 mortalitas)
2. Gagal kirim: 1 kali (gangguan jaringan)
3. Kecepatan rata-rata kirim data: 1,2 detik
4. Keberhasilan pengiriman: 97,1 %

Berdasarkan hasil uji performa sistem, dari total 35 kali pengiriman data (30 harian, 4 mingguan, dan 1 mortalitas), hanya 1 kali terjadi kegagalan pengiriman akibat gangguan jaringan, dengan rata-rata waktu kirim 1,2 detik dan tingkat keberhasilan 97,1%. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem komunikasi berbasis protokol MQTT yang digunakan sangat efisien dan andal untuk lingkungan pesantren yang memiliki keterbatasan jaringan. Waktu respon yang cepat dan tingkat keberhasilan tinggi membuktikan bahwa integrasi antara aplikasi Android, *broker* MQTT, dan dashboard Node-RED berjalan optimal serta mampu mendukung kegiatan monitoring budidaya ikan secara *real-time* dan berkelanjutan.

e. Respon pengguna (12 santri):

Tabel 6. Respon santri dalam penggunaan Aplikasi Android

Aspek	Skor (1–5)	Persentase
Kemudahan input	4.8	95 %
Kecepatan aplikasi	4.5	90 %
Tampilan dashboard	4.6	92 %
Manfaat monitoring	4.9	98 %
Rata-rata total	4.7 (Sangat Baik)	94 %

Format Hasil survei terhadap 12 santri menunjukkan rata-rata skor kepuasan sebesar 4,7 (94%), tergolong sangat baik. Aspek dengan skor tertinggi adalah manfaat monitoring (4,9), menandakan aplikasi efektif membantu santri memahami kondisi kolam dan kualitas air secara *real-time*. Kemudahan input (4,8) juga menunjukkan antarmuka aplikasi mudah digunakan. Sedangkan kecepatan aplikasi (4,5) dan tampilan *dashboard* (4,6) sedikit lebih rendah akibat variabilitas jaringan MQTT. Secara keseluruhan, aplikasi dinilai efisien, bermanfaat, dan layak digunakan sebagai sarana edukasi teknologi budidaya di pesantren.

f. Dampak dan Keberlanjutan

Format Aplikasi ini memungkinkan pembimbing dan pemberi bantuan PKM memantau kondisi kolam secara daring, sehingga program tetap berlanjut meskipun kegiatan resmi telah berakhir.

Manfaat utama:

1. Santri lebih disiplin melakukan pengukuran harian.
2. Data tersimpan otomatis dalam database.
3. Pihak universitas dapat menilai keberlanjutan program dan menyiapkan bantuan lanjutan seperti integrasi hidroponik atau sistem pakan otomatis.

4. KESIMPULAN

Sistem pencatatan kualitas air dan amoniak berbasis Android berhasil diimplementasikan dan berfungsi efektif dalam mendukung budidaya ikan nila pada kolam RAS.

Kesimpulan utama:

1. Sistem MQTT–Node-RED bekerja dengan stabil (97,1 % delivery rate).
2. Parameter kualitas air sesuai standar SNI 7550:2009 dan FAO.
3. Aplikasi meningkatkan kedisiplinan santri dan memudahkan pembimbing memantau kegiatan pasca-PKM.

4. Model ini layak dikembangkan menjadi sistem pemantauan IoT terintegrasi untuk mendukung ketahanan pangan pesantren. Santri lebih disiplin melakukan pengukuran harian.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan ini merupakan bagian dari Program Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) Fakultas Teknik Universitas Pancasila Tahun 2025, bekerja sama dengan Pesantren Guru Qur'an Bintang Al-Qur'an, Bogor. Terima kasih kepada para santri dan mitra atas partisipasi aktifnya dalam pelaksanaan kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standardisasi Nasional (BSN), SNI 7550:2009 – Produksi Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)., Jakarta: Badan Standardisasi Nasional, 2009. [Online]. Available: <https://sisni.bsn.go.id/>
2. Food and Agriculture Organization (FAO), Water Quality for Aquaculture., FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 578, Rome: FAO, 2019. [Online]. Available: <https://www.fao.org/publications/en/>
3. Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Sukabumi, Panduan Parameter Kualitas Air untuk Ikan Air Tawar., Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, 2023. [Online]. Available: <https://kkp.go.id/bbpbat/sukabumi/>
4. D. Rahardjo, A. Prasetyo, and F. Hidayat, “Aplikasi IoT untuk Monitoring Kualitas Air pada Sistem RAS,” *Jurnal Teknologi Akuakultur*, vol. 8, no. 2, pp. 45–53, 2021. [Online]. Available: <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/jta>
5. A. Putra and B. Santoso, “Pemanfaatan Node-RED untuk Visualisasi Data IoT pada Sistem Budidaya Ikan,” *Jurnal Sains Terapan Elektro*, vol. 10, no. 1, pp. 22–30, 2022. [Online]. Available: <https://journal.unnes.ac.id/nju/index.php/jste>
6. Kementerian Agama Republik Indonesia, Direktori Pesantren dan Pemberdayaan Ekonomi Umat., Direktorat Jenderal Pendidikan Islam, Jakarta, 2021. [Online]. Available: <https://ditpdpontren.kemenag.go.id/>
7. Z. Dhofier, *Tradisi Pesantren: Studi tentang Pandangan Hidup Kyai*., Jakarta: LP3ES, 2011. [Online]. Available: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=351669>
8. IBM, Node-RED: Flow-based Programming for the Internet of Things., 2023. [Online]. Available: <https://nodered.org/>
9. Eclipse Foundation, Eclipse Mosquitto – An Open Source MQTT Broker., 2023. [Online]. Available: <https://mosquitto.org/>
10. MIT App Inventor Team, MIT App Inventor – Create Apps, Change the World., Massachusetts Institute of Technology, 2024. [Online]. Available: <https://appinventor.mit.edu/>