Contents lists available at JESA

Journal of Engineering and Science Application

journal homepage: https://jesa.aks.or.id/index.php/jesa/index

Pengembangan Aplikasi Mobile Untuk Prediksi Pertumbuhan Ikan Air Tawar dan Klasifikasi Kualitas Air Kolam Berbasis Convolutional Neural Network

Fahru Zidan Al Mustafa[a], Agus Heri Yunial[b]
Universitas Pamulang, Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310

Article Info

Keywords:

Aplikasi Mobile
Convolutional Neural Network
Ikan Air Tawar
Kualitas Air Kolam
Prediksi Pertumbuhan

ABSTRACT

Kemajuan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) memberikan peluang untuk meningkatkan efektivitas pemantauan pada budidaya ikan air tawar. Permasalahan yang dihadapi dalam budidaya adalah pemantauan pertumbuhan ikan dan kualitas air kolam yang masih dapat dilakukan secara manual, sehingga membutuhkan waktu, ketelitian, dan berpotensi menghasilkan penilaian yang kurang konsisten. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengembangkan aplikasi mobile berbasis Android guna membantu pengguna memprediksi pertumbuhan ikan dan mengklasifikasikan kualitas air kolam dengan menerapkan *Multilayer Perceptron* (MLP) dan *Convolutional Neural Network* (CNN). Model MLP digunakan untuk memprediksi berat ikan berdasarkan parameter panjang, tinggi, lebar, dan jenis ikan, sedangkan CNN digunakan untuk mengklasifikasikan citra air kolam ke dalam kategori jernih, keruh, berlumut, dan berbahaya. Pengukuran kinerja model MLP dilakukan menggunakan *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan koefisien determinasi (R^2), sedangkan kinerja model CNN diukur menggunakan training accuracy dan validation accuracy. Berdasarkan hasil pengujian, model MLP menunjukkan performa dengan nilai R^2 sebesar 0,91, MSE sebesar 0,3359, dan MAE sebesar 0,4842. Model CNN memperoleh *training accuracy* sebesar 99,12% dan *validation accuracy* sebesar 98,44%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa kinerja kedua model tergolong baik dalam menjalankan fungsi prediksi dan klasifikasi. Implementasi model ke dalam aplikasi menghasilkan sistem yang dapat membantu pengguna melakukan pemantauan pertumbuhan ikan dan kondisi kualitas air secara lebih cepat, praktis, dan efektif, serta mendukung proses pengambilan keputusan dalam kegiatan budidaya. Dengan demikian, penelitian ini mendukung pemanfaatan AI dalam pengelolaan budidaya ikan secara terukur dan efisien.

This is an open access article under the CC BY-SA license.

Corresponding Author:

Fahru Zidan Al Mustafa
Fakultas Teknik Informatika
Universitas Pamulang
Jl. Raya Puspitek, Buaran, Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15310
Email: Fahruzidanalmustafa312@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) memberikan pengaruh yang besar terhadap berbagai sektor kehidupan [1], tidak terkecuali bidang akuakultur. Pemanfaatan AI dalam budidaya ikan air tawar mampu membantu pembudidaya dalam meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas, serta kualitas hasil panen melalui proses pemantauan yang lebih cepat dan akurat. Salah satu faktor yang menentukan keberhasilan budidaya ikan adalah kualitas air kolam. Kondisi air yang tidak sesuai dapat menyebabkan penurunan nafsu makan, gangguan pertumbuhan, meningkatnya risiko penyakit, bahkan kematian ikan[12]. Selain itu, proses pemantauan pertumbuhan ikan yang masih dilakukan secara manual memerlukan waktu, tenaga, serta berpotensi menyebabkan stres pada ikan akibat proses penimbangan dan pengukuran yang dilakukan secara berkala. Kondisi tersebut menunjukkan perlunya suatu sistem yang mampu membantu pembudidaya dalam melakukan pemantauan secara otomatis dan objektif [2].

Seiring berkembangnya teknologi Machine Learning, Pada bidang pengolahan citra digital, penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN) terbilang cukup luas sebagai pendekatan karena mampu melakukan ekstraksi karakteristik visual secara otomatis, seperti warna, tekstur, dan bentuk objek. Kemampuan tersebut menjadikan CNN banyak diterapkan pada berbagai penelitian klasifikasi citra dengan tingkat akurasi yang tinggi, termasuk pada bidang pertanian, kesehatan, maupun perikanan [3]. Selain itu, Dengan menerapkan *TensorFlow Lite*, model CNN sehingga proses klasifikasi dapat dijalankan secara mandiri pada perangkat mobile, tanpa bergantung pada jaringan internet sehingga lebih praktis digunakan oleh masyarakat.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penerapan CNN pada bidang perikanan telah memberikan hasil yang baik. Penelitian mengenai klasifikasi jenis ikan menggunakan CNN berhasil memperoleh akurasi hingga 94%, sedangkan penelitian lain yang memanfaatkan arsitektur MobileNetV2 untuk klasifikasi tingkat kesegaran ikan nila menghasilkan akurasi mencapai 99% [4]. Penelitian lain juga mengembangkan aplikasi berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kualitas air kolam menggunakan sensor pH, suhu, dan oksigen terlarut. Walaupun penelitian-penelitian tersebut menunjukkan performa yang baik, sebagian besar masih berfokus pada satu fungsi tertentu, seperti klasifikasi jenis ikan, deteksi kesegaran ikan, atau pemantauan kualitas air menggunakan perangkat sensor tambahan [2]. Dengan demikian, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan klasifikasi kualitas air berbasis citra dengan prediksi pertumbuhan ikan ke dalam satu aplikasi mobile yang dapat digunakan secara praktis oleh pembudidaya.

Dari kondisi tersebut, muncul kesenjangan penelitian (*research gap*) berupa belum tersedianya aplikasi yang dapat menggabungkan kedua fungsi utama secara bersamaan, yaitu klasifikasi kualitas air kolam berbasis citra menggunakan CNN dan prediksi pertumbuhan ikan dalam satu platform mobile. Selain itu, sebagian besar sistem yang telah dikembangkan masih bergantung pada perangkat keras tambahan ataupun hanya menyelesaikan satu permasalahan tertentu sehingga pengguna harus menggunakan lebih dari satu aplikasi atau perangkat untuk melakukan pemantauan budidaya ikan secara menyeluruh [5].

Penelitian ini menawarkan suatu pendekatan yang mengintegrasikan teknologi *Artificial Intelligence* ke dalam aplikasi mobile berbasis Android melalui penerapan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk melakukan klasifikasi kualitas air kolam berdasarkan citra visual, serta model Multilayer Perceptron (MLP) [16] untuk memprediksi pertumbuhan ikan berdasarkan parameter panjang, berat, dan usia ikan. Setelah proses pelatihan selesai, model kemudian diimplementasikan dengan *TensorFlow Lite* sehingga inferensi dapat berjalan secara offline pada perangkat Android. Integrasi kedua fitur tersebut diharapkan mampu membantu pembudidaya dalam memperoleh informasi mengenai kondisi air kolam dan estimasi pertumbuhan ikan secara cepat, objektif, serta mudah digunakan tanpa memerlukan perangkat sensor tambahan [6]

Kebaruan (novelty) penelitian ini terletak pada pengembangan aplikasi mobile yang mengintegrasikan klasifikasi kualitas air kolam berbasis citra menggunakan CNN dengan prediksi pertumbuhan ikan berbasis MLP dalam satu sistem yang terintegrasi. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang hanya berfokus pada satu fungsi, aplikasi yang dikembangkan mampu memberikan informasi mengenai kondisi kualitas air sekaligus membantu memperkirakan pertumbuhan ikan melalui satu aplikasi berbasis Android. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas pengelolaan kegiatan budidaya ikan air tawar, khususnya bagi para pembudidaya dengan skala usaha kecil seperti Gizi Farm.

Mengacu pada latar belakang tersebut, penelitian ini dijalankan dengan sasaran mengembangkan aplikasi mobile berbasis Android yang mampu mengklasifikasikan kualitas air kolam menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) serta memprediksi pertumbuhan ikan menggunakan model Multilayer Perceptron (MLP). Selain itu, penelitian ini juga bertujuan mengevaluasi performa model yang dikembangkan berdasarkan tingkat akurasi klasifikasi kualitas air dan kemampuan prediksi pertumbuhan ikan sehingga aplikasi yang dihasilkan dapat menjadi solusi yang efektif dalam mendukung proses pengambilan keputusan pada kegiatan budidaya ikan air tawar.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan *Research and Development* (R&D), karena penelitian ini diarahkan untuk menghasilkan sebuah produk, yaitu aplikasi berbasis platform Android yang mengintegrasikan model *Machine Learning* untuk melakukan klasifikasi kualitas air kolam dan prediksi pertumbuhan ikan air tawar. Pendekatan kuantitatif digunakan untuk mengukur kinerja model berdasarkan hasil evaluasi numerik[6]. Model klasifikasi kualitas air dievaluasi menggunakan accuracy dan loss, sedangkan evaluasi terhadap model prediksi pertumbuhan ikan dilakukan berdasarkan tiga indikator pengukuran berupa *Mean Squared Error* (MSE), *Mean Absolute Error* (MAE), dan koefisien determinasi (R^2), Pengujian terhadap fungsi aplikasi dilakukan menggunakan metode *Black Box Testing*.

Subjek penelitian ini adalah proses pemantauan dan pengelolaan budidaya ikan air tawar pada Gizi Farm, sedangkan objek penelitian meliputi kualitas air kolam dan pertumbuhan ikan air tawar. Gizi Farm digunakan sebagai lokasi studi kasus dan penerapan aplikasi yang dikembangkan. Data citra kualitas air digunakan sebagai masukan untuk model *Convolutional Neural Network* (CNN), sedangkan data karakteristik ikan digunakan sebagai masukan untuk model *Multilayer Perceptron* (MLP). Dataset yang diambil dalam proses pelatihan model diambil dari platform sumber dataset publik, sehingga data Gizi Farm tidak digunakan sebagai data pelatihan model, tetapi sebagai konteks penerapan sistem.

Data penelitian terdiri atas data citra kualitas air dan data karakteristik ikan. Dataset citra kualitas air digunakan untuk membangun model klasifikasi berdasarkan karakteristik visual permukaan air. Citra dikelompokkan ke dalam empat kategori, yaitu jernih, keruh, berlumut, dan berbahaya. Sementara itu, model prediksi pertumbuhan ikan menggunakan *Fish Market Dataset* yang berisi karakteristik ikan seperti panjang dan jenis ikan dengan berat ikan sebagai variabel target [7]. Kedua dataset tersebut diproses terlebih dahulu sebelum digunakan dalam tahap pelatihan model.

Instrumen penelitian meliputi perangkat keras, perangkat lunak, dataset, dan perangkat pengujian. Perangkat keras yang digunakan mencakup laptop atau komputer sebagai sarana untuk melakukan pengolahan data, pelatihan model, serta pengembangan aplikasi serta perangkat Android untuk implementasi dan pengujian aplikasi. Perangkat lunak yang digunakan meliputi *Python* untuk pengolahan dan pelatihan model, *TensorFlow* untuk pembangunan model *Machine Learning*, *TensorFlow Lite* untuk implementasi model pada perangkat Android, serta Flutter Framework untuk pengembangan aplikasi mobile [8]. Instrumen pengujian terdiri atas kamera perangkat Android untuk pengambilan citra air dan metode *Black Box Testing* untuk menguji fungsionalitas aplikasi[9] [14].

Tahap penelitian diawali dengan identifikasi masalah pada proses pemantauan budidaya ikan air tawar, khususnya dalam pemantauan kualitas air dan pertumbuhan ikan. Setelah permasalahan diidentifikasi, dilakukan pengumpulan dataset yang sesuai dengan kebutuhan penelitian. Dataset citra kualitas air digunakan untuk membangun model CNN, sedangkan *Fish Market Dataset* digunakan untuk membangun model MLP. Selanjutnya dilakukan tahap *preprocessing* untuk mempersiapkan data sebelum digunakan dalam proses pelatihan. Pada data citra, Proses *preprocessing* meliputi pengubahan ukuran citra menjadi 224 × 224 piksel dan normalisasi nilai piksel, memberikan label sesuai kategori kualitas air, serta membagi dataset menjadi data pelatihan, validasi, dan pengujian. Pada data ikan dilakukan proses data cleaning, pengkodean data kategorikal, normalisasi data numerik, serta pembagian data menjadi data pelatihan dan pengujian [17].

Model CNN digunakan untuk melakukan klasifikasi kualitas air berdasarkan citra permukaan air kolam. Arsitektur yang digunakan adalah MobileNetV2, yang merupakan arsitektur CNN yang sesuai untuk penerapan pada perangkat dengan sumber daya terbatas seperti perangkat mobile, Secara umum, proses CNN terdiri atas ekstraksi fitur dan klasifikasi. Pada tahap konvolusi, fitur citra diperoleh melalui operasi antara nilai piksel dengan kernel, Setelah model CNN dan MLP selesai dilatih dan dievaluasi, kedua model diubah ke dalam format *TensorFlow Lite*[3]. Konversi dilakukan agar model dapat diintegrasikan ke dalam aplikasi Android dan menjalankan proses inference secara lokal pada perangkat. Model CNN digunakan pada fitur klasifikasi kualitas air dengan memanfaatkan kamera perangkat, sedangkan model MLP digunakan pada fitur prediksi pertumbuhan ikan berdasarkan data yang dimasukkan oleh pengguna. Implementasi model secara lokal memungkinkan proses klasifikasi dan prediksi dilakukan tanpa memerlukan koneksi internet[18].

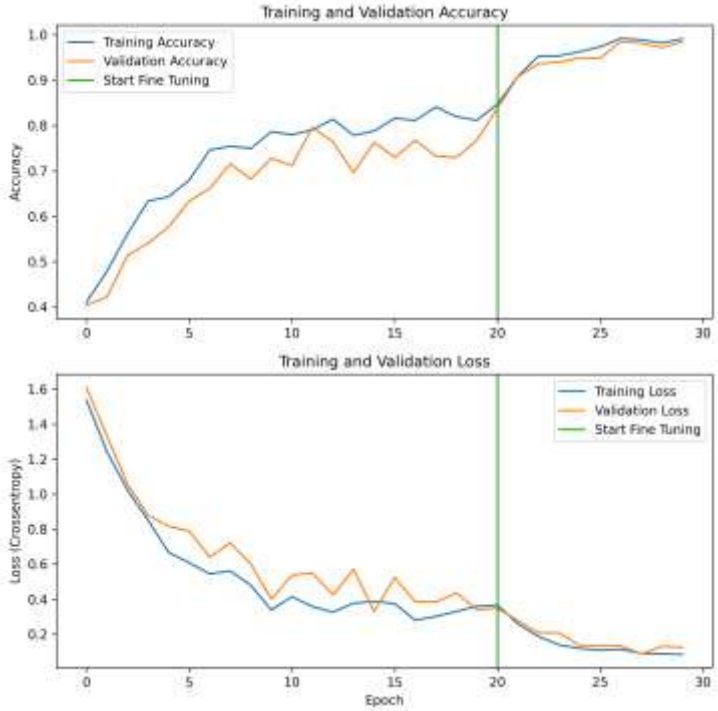
Aplikasi mobile dikembangkan menggunakan *Flutter Framework* dan mengintegrasikan model TensorFlow Lite sebagai komponen pemrosesan Machine Learning. Fitur utama aplikasi meliputi login, pengelolaan data kolam, pengelolaan data ikan, prediksi pertumbuhan ikan, klasifikasi kualitas air menggunakan kamera, pengelolaan jadwal pemberian pakan, dan pencetakan laporan. Pada fitur klasifikasi kualitas air, pengguna mengambil gambar permukaan air kolam melalui kamera perangkat, kemudian citra diproses dan diberikan kepada model CNN untuk menghasilkan kategori kualitas air. Pada fitur prediksi pertumbuhan ikan, pengguna memasukkan data karakteristik ikan yang diproses menggunakan model MLP untuk menghasilkan output berupa nilai prediksi[11] [13] [15].

Pengujian terhadap fungsi aplikasi dilaksanakan menggunakan metode *Black Box Testing*, di mana pengujian dilakukan dengan cara memberikan input pada masing-masing fitur dan mengamati output yang dihasilkan tanpa menelusuri struktur kode program. Pengujian mencakup proses login, pengelolaan data kolam, pengelolaan data ikan, prediksi pertumbuhan ikan, klasifikasi kualitas air, pengelolaan jadwal pemberian pakan, serta pencetakan laporan. Hasil dari pengujian tersebut digunakan untuk menilai kesesuaian fungsi aplikasi terhadap kebutuhan yang telah ditetapkan, dengan kriteria keberhasilan berupa kesesuaian antara keluaran sistem dan keluaran yang diharapkan.

3. HASIL DAN IMPLEMENTASI

Penelitian ini menghasilkan sebuah sistem berbasis perangkat mobile dengan platform Android, yang dirancang untuk melakukan pengklasifikasian kualitas air pada kolam budidaya dan prediksi pertumbuhan ikan air tawar secara *offline*. Aplikasi dikembangkan menggunakan *Flutter Framework* [8] dengan mengintegrasikan model *Machine Learning* berbasis *TensorFlow Lite* digunakan agar perangkat Android mampu menjalankan proses klasifikasi dan prediksi secara mandiri (*offline*), tanpa ketergantungan pada koneksi internet. Fitur utama yang tersedia meliputi pengelolaan data kolam, pengelolaan data ikan, prediksi pertumbuhan ikan, klasifikasi kualitas air menggunakan kamera, pengelolaan jadwal pemberian pakan, serta pencetakan laporan.

Klasifikasi kualitas air kolam ke dalam empat kategori jernih, keruh, berlumut, dan berbahaya dilakukan menggunakan model *Convolutional Neural Network* (CNN). Sebelum masuk tahap pelatihan, setiap citra terlebih dahulu diproses melalui *resizing* ke ukuran 224 × 224 piksel, normalisasi nilai piksel, kemudian dibagi menjadi tiga bagian dataset: data pelatihan, validasi, dan pengujian. Proses pelatihan menggunakan algoritma optimasi Adam dengan fungsi kerugian *Categorical Crossentropy*. Hasil pelatihan menunjukkan bahwa model CNN memperoleh *training accuracy* sebesar 99,12% dan *validation accuracy* sebesar 98,44%. Tingkat akurasi yang tinggi pada hasil tersebut membuktikan bahwa model berhasil mengenali karakteristik visual dari citra kualitas air.

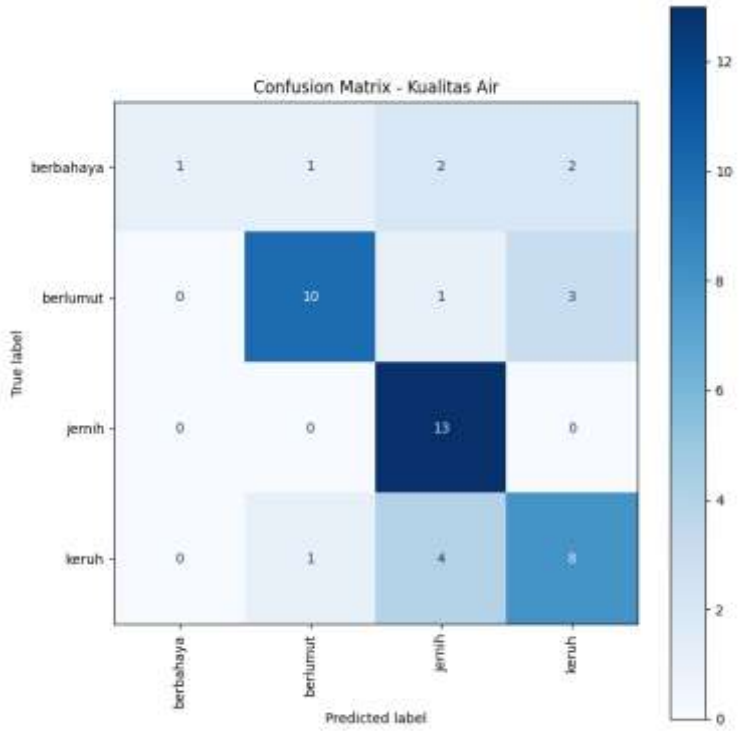


Gambar 1. *Loss* dan *Accuracy*

Performa model selama proses pelatihan juga dianalisis berdasarkan perubahan nilai *training loss* dan *validation loss*. Nilai *training loss* dan *validation loss* menunjukkan kecenderungan menurun selama proses pelatihan, yang menunjukkan bahwa model mampu mempelajari pola dari data secara bertahap. Perbedaan antara nilai *training loss* dan *validation loss* juga relatif kecil pada akhir proses pelatihan, sehingga tidak menunjukkan indikasi *overfitting* yang signifikan. Grafik perubahan *accuracy* dan *loss* selama proses pelatihan ditampilkan untuk memperlihatkan perkembangan kemampuan model dalam mengenali pola data pelatihan dan validasi[19].

Selain analisis berdasarkan *accuracy* dan *loss*, *Confusion matrix* dimanfaatkan sebagai alat evaluasi guna mengetahui sebaran hasil klasifikasi pada setiap kelas kualitas air. Perbandingan antara kelas aktual dan kelas hasil prediksi model dilakukan menggunakan *confusion matrix*, sehingga dapat diketahui berapa banyak prediksi yang benar serta kesalahan klasifikasi yang terjadi pada masing-masing kategori. Hasil *confusion matrix* menunjukkan kemampuan model dalam membedakan kelas jernih, keruh, berlumut, dan berbahaya. Analisis ini memberikan informasi yang lebih terperinci dibandingkan nilai akurasi secara keseluruhan karena dapat menunjukkan kelas yang paling sering dikenali dengan benar maupun kelas yang masih mengalami kesalahan klasifikasi.

Selain klasifikasi kualitas air, penelitian ini juga menerapkan model *Multilayer Perceptron* (MLP) untuk memprediksi pertumbuhan ikan berdasarkan parameter karakteristik ikan yang digunakan sebagai masukan model. Dataset yang digunakan berasal dari *Fish Market Dataset* yang telah melalui proses pembersihan data, normalisasi, dan pengkodean data kategorikal. Hasil evaluasi model menunjukkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 0,3359, *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 0,4842, dan koefisien determinasi (R^2 Score) sebesar 0,91. Tingkat kesalahan prediksi model dapat dilihat dari nilai MSE dan MAE, sementara itu, angka R^2 Score sebesar 0,91 menandakan bahwa model sanggup menjelaskan kurang lebih 91% dari variasi nilai target pada data pengujian. Hasil tersebut menunjukkan bahwa model MLP mampu menghasilkan prediksi berdasarkan karakteristik ikan yang diberikan sebagai masukan.Model CNN dan MLP selanjutnya dikonversi ke format *TensorFlow Lite* dan diimplementasikan ke dalam aplikasi Android. Pengujian menunjukkan bahwa proses klasifikasi kualitas air dapat dilakukan secara cepat dengan memanfaatkan kamera pada perangkat *mobile*. Setelah pengguna mengambil gambar permukaan air kolam, sistem secara otomatis menampilkan hasil klasifikasi sesuai kategori yang telah ditentukan. Pada fitur prediksi pertumbuhan ikan, pengguna hanya perlu memasukkan data panjang, berat, usia, dan jenis ikan, kemudian sistem menghasilkan estimasi pertumbuhan secara langsung. Melalui implementasi *TensorFlow Lite*, seluruh proses inferensi dapat berjalan secara lokal langsung di perangkat sehingga aplikasi tetap dapat digunakan meskipun tidak terhubung ke internet.



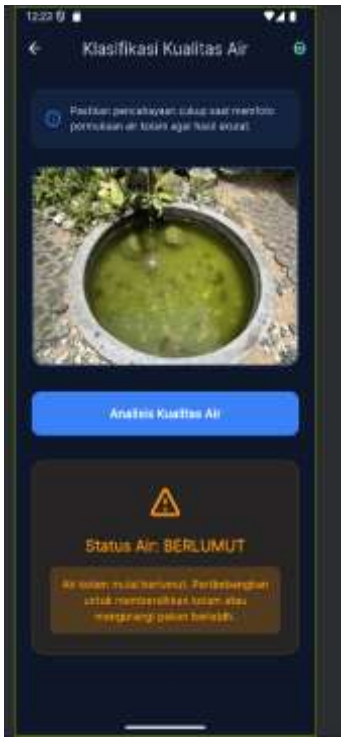
Gambar 2. *Confusion Matrix*

Pengujian terhadap seluruh fitur aplikasi dilaksanakan secara fungsional dengan pendekatan *Black Box Testing* [9], meliputi proses login, pengelolaan data kolam, pengelolaan data ikan, prediksi pertumbuhan ikan, klasifikasi kualitas air, pencetakan laporan, serta pengelolaan jadwal pemberian pakan. Berdasarkan hasil pengujian, tidak ditemukan kesalahan fungsional pada seluruh fitur yang berjalan sesuai kebutuhan sistem, sehingga aplikasi dinyatakan telah memenuhi kelayakan penggunaan sebagai alat bantu dalam pengelolaan budidaya ikan air tawar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN memiliki performa klasifikasi yang tinggi dengan *training accuracy* sebesar 99,12% dan *validation accuracy* sebesar 98,44%. Evaluasi model juga dilakukan menggunakan *training loss*, *validation loss*, dan *confusion matrix* untuk melihat proses pembelajaran serta kemampuan *machine learning* dalam membedakan setiap kelas kualitas air. Hasil evaluasi tersebut mengonfirmasi bahwa proses klasifikasi kualitas air oleh model berjalan dengan baik, Hasil implementasi model pada aplikasi ditunjukkan melalui prediksi pertumbuhan ikan dan klasifikasi kualitas air kolam. Hasil prediksi pertumbuhan ikan ditampilkan pada Gambar 3, sedangkan hasil klasifikasi kualitas air kolam ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Prediksi pertumbuhan ikan



Gambar 4. Klasifikasi kualitas air

Sementara itu, model MLP dievaluasi menggunakan MSE dengan nilai 0,3359, MAE dengan nilai 0,4842, dan R^2 Score sebesar 0,91. MSE dan MAE digunakan untuk mengukur tingkat kesalahan prediksi, sedangkan R^2 menunjukkan kemampuan model dalam menjelaskan variasi nilai target. Selanjutnya, fungsionalitas aplikasi diuji menggunakan *Black Box Testing* pada fitur-fitur utama guna menjamin bahwa setiap fungsi berjalan selaras dengan kebutuhan yang telah dirumuskan. Dengan demikian, pembudidaya dapat melakukan pemantauan kualitas air sekaligus memperkirakan pertumbuhan ikan melalui satu aplikasi tanpa memerlukan perangkat sensor tambahan maupun koneksi internet. Pendekatan ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan budidaya ikan air tawar.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan aplikasi *mobile* berbasis Android yang mengintegrasikan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi kualitas air kolam dan model *Multilayer Perceptron* (MLP) untuk prediksi pertumbuhan ikan air tawar. Melalui TensorFlow Lite, kedua model Machine Learning dapat disatukan ke dalam aplikasi, memungkinkan proses klasifikasi maupun prediksi berjalan secara *offline*, sehingga aplikasi dapat digunakan secara praktis oleh pembudidaya tanpa memerlukan koneksi internet maupun perangkat sensor tambahan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa model CNN mampu melakukan klasifikasi kualitas air kolam dengan performa yang sangat baik, ditunjukkan oleh nilai *training accuracy* sebesar 99,12% dan *validation accuracy* sebesar 98,44%. Sementara itu, model MLP menghasilkan nilai *Mean Squared Error* (MSE) sebesar 0,3359, *Mean Absolute Error* (MAE) sebesar 0,4842, dan *R^2 Score* sebesar 0,91, yang menunjukkan kemampuan model dalam memprediksi pertumbuhan ikan dengan tingkat akurasi yang baik. Pengujian fungsional menggunakan metode *Black Box Testing* juga menunjukkan bahwa seluruh fitur aplikasi berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Dengan demikian, aplikasi yang dikembangkan dapat membantu pembudidaya dalam memantau kualitas air kolam dan memperkirakan pertumbuhan ikan berdasarkan hasil evaluasi model dan pengujian fungsional. Efektivitas klasifikasi kualitas air ditunjukkan oleh *training accuracy* sebesar 99,12% dan *validation accuracy* sebesar 98,44%, sedangkan kemampuan prediksi

pertumbuhan ikan ditunjukkan oleh nilai MSE setinggi 0,3359, MAE dengan nilai 0,4842, dan R^2 dengan nilai 0,91. Selain itu, keberfungsian aplikasi diverifikasi melalui *Black Box Testing* pada fitur-fitur utama. Penelitian ini memberikan kontribusi berupa integrasi klasifikasi kualitas air dan prediksi pertumbuhan ikan dalam satu aplikasi mobile. Integrasi tersebut memungkinkan proses pemantauan dan prediksi dilakukan melalui satu sistem, sehingga dapat membantu pembudidaya memperoleh informasi secara lebih cepat dan terstruktur. Penerapan *Artificial Intelligence* dalam aplikasi ini diharapkan dapat mendukung pengelolaan budidaya ikan air tawar, khususnya pada pembudidaya skala kecil seperti Gizi Farm.

DAFTAR PUSTAKA

[1] N. Putu, I. Pasca, and J. Sutopo, "Analisa performa convolution neural network dalam pengenalan tulisan tangan aksara lontara," vol. 8, pp. 12–21, 2025.

[2] M. S. Anwar, U. Latifa, and M. Juusan, "Perancangan aplikasi monitoring kualitas air pada budidaya ikan nila berbasis IoT menggunakan Android," vol. 11, no. 2, pp. 175–183, 2022.

[3] S. D. Asri, "Perbaikan kualitas dan kinerja klasifikasi citra bawah air dengan metode CLAHE-CNN," *JSAI: J. Sci. Appl. Informatics*, vol. 7, no. 1, pp. 182–188, 2024.

[4] F. A. Zahra and N. Firmansyah, "Klasifikasi citra jenis ikan air tawar dan air laut menggunakan algoritma CNN (convolutional neural network)," pp. 495–502, 2023.

[5] M. Giri, W. Ngulandoro, S. R. Akbar, and B. Henryranu, "Analisis performa TensorFlow Lite untuk IoT dengan ESP32 DEVKIT-C (studi kasus: pengenalan gambar sampah di sungai)," vol. 7, no. 7, pp. 3342–3347, 2023.

[6] M. Farhan, F. Rahman, K. Darussalam, R. C. Saphira, and F. Purwani, "Implementasi extreme programming dalam pengembangan aplikasi mobile pengenalan organisasi pada masa orientasi mahasiswa," vol. 14, no. 2, pp. 128–132, 2024.

[7] S. W. Ramdany, S. A. Kaidar, B. Aguchino, C. Amelia, and A. Putri, "Penerapan UML class diagram dalam perancangan sistem informasi perpustakaan berbasis web," vol. 5, no. 1.

[8] M. F. Rozi, H. Siregar, and Y. A. Hambali, "Rancang bangun sistem manajamen akademik mahasiswa berbasis mobile multiplatform menggunakan Flutter," vol. 4, no. 2, pp. 459–468, 2025.

[9] A. Sultansyah, A. S. Rahayu, I. Yudiana, P. Fauzi, and E. N. Aripin, "Pengujian black box testing pada fitur permohonan informasi publik melalui website Pemerintah Jawa Barat," vol. 3, no. 4, pp. 5912–5919, 2025.

[10] D. Bernadisman and R. Lesdiansyah, "Aplikasi text to speech berbasis Android," pp. 62–72, 2023.

[11] R. A. Fahri, K. F. Mauladi, and M. H. Wahyudi, "Implementasi machine learning untuk identifikasi jamur pada aplikasi Android menggunakan algoritma convolutional neural network," vol. 5, no. 8, pp. 2377–2386, 2025.

[12] FAO, "The state of world fisheries and aquaculture," 2020.

[13] J. Justam, A. Malik, E. Erlita, D. Mangellak, and Y. Yuyun, "Perbandingan kinerja YOLO vs Faster R-CNN untuk deteksi & estimasi berat ikan," *J. Ilm. Sist. Inf. Tek. Inform. (JISTI)*, vol. 7, no. 2, pp. 363–376, 2024, doi: 10.57093/jisti.v7i2.273.

[14] C. T. Pratala, E. M. Asyer, I. Prayudi, and A. Saifudin, "Pengujian white box pada aplikasi cash flow berbasis Android menggunakan teknik basis path," vol. 5, no. 2, pp. 111–119, 2020.

[15] D. A. Rafa, E. D. Wahyuni, and A. A. Arifiyanti, "Rancang bangun aplikasi donor darah darurat Donora berbasis Android dengan," vol. 12, no. 3, pp. 3009–3020, 2024.

[16] S. S. Rambe, "Penerapan model convolutional neural network (CNN) berbasis MobileNetV2 untuk," vol. 13, no. 3.

[17] "Optimasi dan integrasi convolutional neural network pada aplikasi Android untuk deteksi penyakit daun padi," vol. 9, pp. 251–261, 2024.

[18] C. U. Wiranda, "Pengembangan aplikasi mobile Android untuk deteksi otomatis mata katarak menggunakan CNN dan TensorFlow," vol. 2, no. 3, pp. 128–140, 2024.

[19] A. A. Zikra, M. R. Kuntara, and K. Sari, "Perancangan sistem pelaporan masyarakat untuk fasilitas pelayanan publik di Kota Palu berbasis Android dengan metode Waterfall," vol. 7, no. 7, pp. 2523–2532, 2024.