

ANALISIS KINERJA CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK DALAM KLASIFIKASI MASA PAKAI SEPATU LARI BERDASARKAN POLA PENGGUNAAN

Inesya Melodifa, Bambang Irawan

Teknik Informatika, Universitas Muhadi Setiabudi Brebes
Jalan P. Diponegoro KM2, Kabupaten Brebes Indonesia
Mellodyfa03@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan metode *deep learning*, khususnya *Convolutional Neural Network* (CNN), membuka peluang penerapannya tidak hanya pada pengolahan citra, tetapi juga pada klasifikasi data kategorikal yang kompleks. Dalam konteks olahraga lari, penentuan masa pakai sepatu lari masih bersifat subjektif dan belum didukung oleh pendekatan berbasis data yang sistematis. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode CNN dalam mengklasifikasikan masa pakai sepatu lari berdasarkan variabel penggunaan seperti frekuensi pemakaian, jenis medan lari, tingkat kecepatan, jarak tempuh, dan persepsi performa sepatu. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan pengumpulan data melalui kuesioner, yang kemudian diproses melalui tahap seleksi, pembersihan data, pelatihan model CNN, serta evaluasi menggunakan *confusion matrix* dan metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model CNN mampu mengklasifikasikan data dengan tingkat akurasi sebesar 75%, dengan performa terbaik pada kategori dengan jumlah data dominan. Temuan ini menunjukkan bahwa CNN berpotensi menjadi pendekatan yang efektif untuk mendukung pengambilan keputusan terkait masa pakai sepatu lari secara objektif dan berbasis data.

Kata kunci : Akurasi, CNN, Deep Learning, Klasifikasi, Sepatu Lari, Masa Pakai

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi *deep learning* mendorong pemanfaatan berbagai arsitektur jaringan saraf tiruan dalam menyelesaikan permasalahan klasifikasi, salah satunya adalah *Convolutional Neural Network* (CNN) yang memiliki kemampuan unggul dalam mempelajari pola data dan membangun representasi fitur secara hierarkis. Meskipun CNN umumnya diterapkan pada pengolahan citra, secara konseptual metode ini juga berpotensi digunakan untuk klasifikasi data kategorikal yang memiliki hubungan nonlinier antar variabel [1][2]. Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa CNN mampu menghasilkan performa klasifikasi yang baik pada beragam konteks penelitian, termasuk penelitian oleh Muhammad Ilham Aqli dan Dilan yang membuktikan bahwa CNN dapat memberikan hasil klasifikasi yang akurat dan stabil pada data berpola kompleks tanpa sepenuhnya bergantung pada karakteristik visual citra [3]. Selain itu, CNN juga berhasil diterapkan pada klasifikasi kendaraan [4], klasifikasi limbah berbasis sistem cerdas [5], serta klasifikasi tanaman hias dengan tingkat akurasi yang baik [6], sehingga menegaskan bahwa CNN relevan untuk diterapkan pada permasalahan klasifikasi di luar pengolahan citra konvensional.

Dalam konteks olahraga lari, sepatu lari merupakan perlengkapan penting yang memiliki masa pakai terbatas dan berpengaruh langsung terhadap performa serta keamanan pengguna, di mana penggunaan sepatu yang telah melewati masa pakai ideal dapat menyebabkan penurunan fungsi bantalan, berkurangnya stabilitas, serta meningkatnya risiko cedera. Namun, hingga saat ini penentuan masa pakai sepatu lari masih bersifat subjektif dan umumnya

hanya didasarkan pada estimasi jarak tempuh atau lama penggunaan, tanpa adanya pendekatan klasifikasi yang sistematis, objektif, dan berbasis data, sehingga diperlukan metode yang mampu mengatasi keterbatasan tersebut [7].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menerapkan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam mengklasifikasikan masa pakai sepatu lari berdasarkan kategori yang telah ditentukan secara objektif dan terukur, serta menganalisis kemampuan CNN dalam memodelkan hubungan nonlinier antar variabel pada data non-citra guna menghasilkan model klasifikasi yang dapat mendukung pengambilan keputusan terkait penggunaan dan penggantian sepatu lari [7][8].

Rencana penyelesaian masalah dalam penelitian ini dilakukan dengan mengumpulkan data yang berkaitan dengan penggunaan sepatu lari, melakukan tahap *preprocessing* data, merancang dan mengimplementasikan model *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk klasifikasi masa pakai sepatu lari berbasis kategori, melakukan proses pelatihan dan pengujian model, serta mengevaluasi hasil klasifikasi menggunakan metrik yang sesuai untuk menilai performa model dalam mendukung keputusan penggunaan sepatu lari secara lebih objektif [7][8].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang saya lakukan, terdapat beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan sebagai referensi utama. Penelitian-penelitian ini dipilih karena memiliki keterkaitan metode serta relevansi dalam konteks klasifikasi menggunakan pendekatan *deep learning*, khususnya *Convolutional Neural*

Network (CNN). Penelitian berikutnya yang dijadikan rujukan adalah artikel karya Muhammad Ilham Aqli dan Dilan, yang membahas penerapan CNN dalam permasalahan klasifikasi dengan pola data yang kompleks. Kelebihan dari penelitian ini terletak pada pemanfaatan CNN sebagai alat klasifikasi yang tidak hanya bergantung pada data citra, tetapi juga mampu memodelkan hubungan nonlinier antar variabel secara efektif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CNN dapat menghasilkan performa klasifikasi yang stabil dan akurat, sehingga memperkuat argumen bahwa CNN tidak terbatas pada pengolahan citra semata, melainkan juga memiliki potensi besar untuk diterapkan pada klasifikasi berbasis data terstruktur dan kategorikal [3]. Penelitian lain yang menjadi acuan adalah artikel berjudul Klasifikasi Deteksi Penggunaan Masker Menggunakan Metode Convolutional Neural Network. Penelitian ini menekankan keandalan CNN dalam melakukan klasifikasi berbasis kategori dengan performa yang sangat baik. Kelebihan dari penelitian ini adalah penggunaan evaluasi yang komprehensif melalui *confusion matrix*, sehingga hasil klasifikasi dapat dianalisis secara lebih mendalam dan objektif. Pendekatan tersebut menunjukkan bahwa CNN mampu bekerja secara konsisten dalam mengelompokkan data ke dalam kelas tertentu [7].

2.2. Convolutional Neural Network (CNN)

Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu arsitektur *neural network* yang termasuk dalam paradigma *deep learning* dan dikembangkan sebagai bentuk penyempurnaan dari jaringan saraf tiruan konvensional. CNN dirancang untuk mampu mempelajari pola dan karakteristik data secara otomatis melalui proses pembelajaran berlapis, dengan meniru cara kerja sistem visual pada otak manusia. Pendekatan ini menjadikan CNN memiliki kemampuan yang baik dalam mengenali pola kompleks serta mengelompokkan data ke dalam kelas-kelas tertentu secara akurat [2][9].

2.3. Klasifikasi

Klasifikasi merupakan proses pengolahan data yang bertujuan untuk mengelompokkan data ke dalam kelas-kelas tertentu berdasarkan karakteristik yang dimilikinya, di mana setiap kelas merepresentasikan suatu konsep atau kategori yang telah ditentukan sebelumnya. Dalam proses ini, sistem terlebih dahulu mempelajari pola dari data yang telah diberi label melalui tahap pelatihan (*training*), sehingga model dapat memahami hubungan antara karakteristik data dan kelas yang sesuai. Setelah proses pelatihan selesai, sistem kemudian mampu mengelompokkan data baru yang belum memiliki label ke dalam kelas-kelas yang telah ada secara konsisten dan terstruktur, sehingga hasil klasifikasi dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan analisis dan pengambilan Keputusan [9].

2.4. Sepatu Lari

Sepatu lari merupakan perlengkapan olahraga yang dirancang secara khusus untuk mendukung aktivitas berlari melalui optimalisasi aspek biomekanik, kenyamanan, serta pencegahan cedera. Sepatu lari modern umumnya dirancang untuk mengelola gaya benturan (*impact forces*) yang terjadi saat kaki menyentuh permukaan, mendistribusikan tekanan secara merata, serta meningkatkan efisiensi energi selama fase *stance* dan *toe-off*. Komponen utama seperti bantalan (*midsole cushioning*), kekakuan sol (*sole stiffness*), dan struktur bagian atas sepatu (*upper*) berperan penting dalam memengaruhi pola gerak dan kenyamanan pelari [10].

2.5. Road Running Shoes

Road running shoes merupakan sepatu lari yang dirancang untuk digunakan pada permukaan keras dan relatif rata, seperti aspal dan beton. Sepatu jenis ini menekankan pada penggunaan bantalan yang lebih tebal untuk mereduksi gaya benturan berulang yang timbul akibat kontak dengan permukaan keras. Karakteristik utama road running shoes meliputi sol luar yang lebih halus, fleksibilitas yang baik, serta bobot yang relatif ringan. Desain tersebut bertujuan untuk meningkatkan kenyamanan dan efisiensi energi, khususnya pada aktivitas lari jarak menengah hingga jarak jauh. Dengan demikian, sepatu ini sangat sesuai digunakan oleh pelari rekreasi maupun kompetitif di lingkungan perkotaan.

2.6. Trail Running Shoes

Trail running shoes dirancang untuk mendukung aktivitas lari di medan alam yang tidak rata, seperti jalur tanah, bebatuan, dan lintasan pegunungan. Sepatu trail memiliki sol luar dengan pola agresif (*deep tread*) yang berfungsi meningkatkan traksi dan stabilitas pada permukaan licin dan tidak stabil. Selain itu, trail running shoes umumnya memiliki struktur yang lebih kokoh, perlindungan tambahan pada bagian depan kaki, serta bahan yang lebih tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem. Fokus utama sepatu ini adalah stabilitas dan perlindungan, sehingga mampu mengurangi risiko cedera akibat ketidakrataan permukaan lintasan.

2.7. Sprint Shoes

Sprint shoes merupakan sepatu lari yang dirancang khusus untuk aktivitas lari cepat atau sprint dengan durasi singkat dan intensitas tinggi. Sepatu jenis ini memiliki desain yang sangat ringan, bantalan minimal, serta sol yang lebih kaku guna memaksimalkan transfer gaya dan akselerasi. Sprint shoes sering kali dilengkapi dengan paku (*spikes*) pada bagian depan sol untuk meningkatkan daya cengkeram dan efisiensi dorongan saat fase akselerasi. Karakteristik tersebut membuat sepatu ini kurang cocok untuk penggunaan jangka panjang, namun sangat efektif dalam meningkatkan performa kecepatan maksimal.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan tujuan untuk mengklasifikasikan masa pakai sepatu lari berdasarkan berbagai variabel penggunaan. Pendekatan kuantitatif dipilih karena penelitian ini berfokus pada pengolahan data numerik dan kategorikal yang diperoleh dari responden, serta dianalisis menggunakan metode *deep learning*, yaitu *Convolutional Neural Network* (CNN). Pendekatan ini memungkinkan penelitian dilakukan secara sistematis dan objektif berdasarkan data yang terukur.

3.2. Studi Literatur

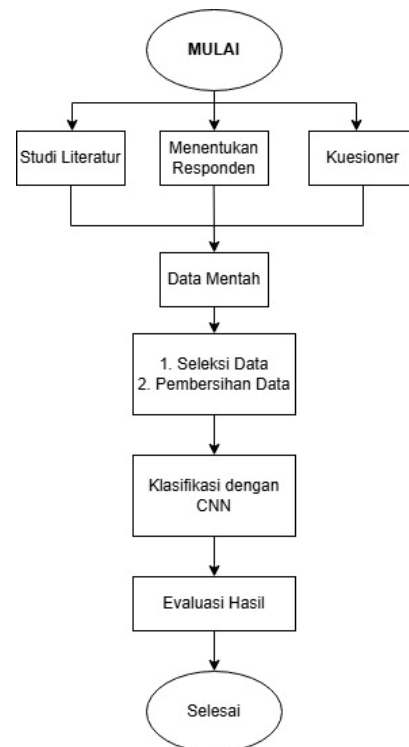
Studi literatur dilakukan sebagai tahap awal penelitian untuk memperoleh landasan teoritis dan metodologis yang relevan. Pada tahap ini, peneliti mengkaji berbagai sumber pustaka berupa artikel jurnal, prosiding, dan publikasi ilmiah yang berkaitan dengan konsep klasifikasi, *deep learning*, Convolutional Neural Network, serta penerapan CNN pada penelitian berbasis data kategorikal. Studi literatur ini bertujuan untuk memahami perkembangan penelitian sebelumnya, mengidentifikasi metode yang telah digunakan, serta menentukan posisi dan kontribusi penelitian yang dilakukan. Selain itu, hasil studi literatur juga digunakan sebagai dasar dalam perumusan variabel penelitian, penyusunan instrumen kuesioner, serta penentuan metrik evaluasi yang digunakan dalam pengujian model.

3.3. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode kuesioner. Kuesioner disusun secara terstruktur untuk memperoleh data mengenai penggunaan sepatu lari dari responden, yang mencakup beberapa variabel, seperti frekuensi penggunaan, jenis medan lari, kecepatan, jarak tempuh, serta persepsi terhadap performa sepatu. Kuesioner diberikan kepada responden yang menggunakan sepatu lari sebagai aktivitas rutin, sehingga data yang diperoleh relevan dengan tujuan penelitian. Setiap pertanyaan dalam kuesioner disusun dalam bentuk pilihan kategori untuk memudahkan proses pengelompokan dan analisis data.

3.4. Tahapan Penelitian

Bagian ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilaksanakan secara terstruktur dan sistematis, dengan tujuan memberikan pemahaman yang jelas mengenai alur dan proses penelitian yang dilakukan. Setiap tahapan disusun secara berurutan untuk menggambarkan langkah-langkah penelitian secara menyeluruh sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Keterangan :

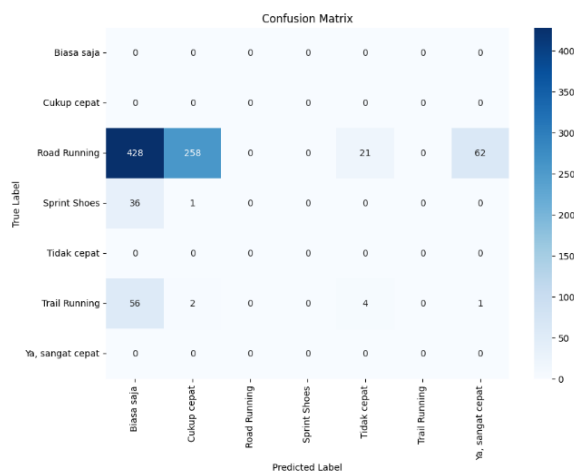
- a. Mulai, yaitu inisiasi proses mulai dari perencanaan hingga pelaksanaan seluruh rangkaian penelitian.
- b. Studi Literatur, Tahap mengumpulkan dan mempelajari referensi yang relevan seperti jurnal ilmiah, buku, dan artikel terkait topik penelitian (misalnya tentang CNN, klasifikasi data, dan metode pengolahan data).
- c. Menentukan Responden, Tahap menentukan siapa saja yang akan menjadi sumber data (responden), termasuk kriteria responden, jumlah responden, serta cara pengambilannya.
- d. Kuesioner, Tahap penyusunan dan penyebaran kuesioner kepada responden untuk mengumpulkan data sesuai kebutuhan penelitian. Kuesioner dirancang berdasarkan variabel dan indikator yang sudah ditentukan sebelumnya.
- e. Data Mentah, Tahap pengumpulan seluruh data hasil kuesioner yang masih belum diolah (Data kosong, kesalahan input, duplikasi, dll).
- f. Seleksi Data, Tahap memilih data yang layak digunakan untuk analisis.
- g. Pembersihan Data, Tahap membersihkan data dari kesalahan, inkonsistensi, dan noise.
- h. Klasifikasi dengan CNN, Tahap memproses data menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) untuk melakukan klasifikasi.
- i. Evaluasi Hasil, Tahap menilai performa model klasifikasi menggunakan metrik evaluasi seperti: Akurasi, Precision, Recall, F-1 Score, Confusion Matrix.
- j. Selesai, yaitu penarikan kesimpulan dan penyusunan laporan hasil penelitian.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Model CNN

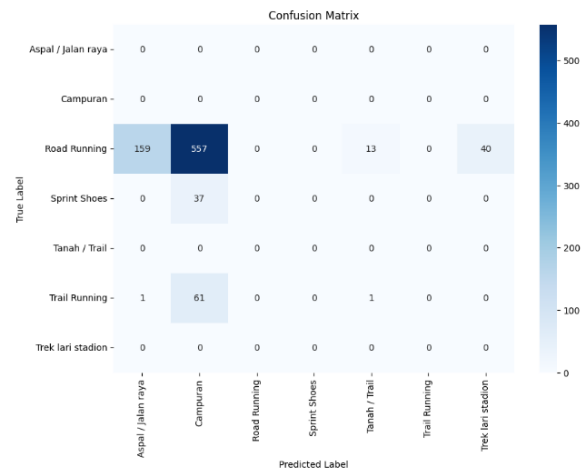
Evaluasi kinerja model Convolutional Neural Network (CNN) pada penelitian ini dilakukan menggunakan *confusion matrix* untuk setiap variabel yang berkaitan dengan penggunaan sepatu lari. Penggunaan *confusion matrix* bertujuan untuk menggambarkan kesesuaian antara label sebenarnya (*true label*) dan hasil prediksi model (*predicted label*) pada masing-masing kategori.

Berdasarkan Gambar 2, yang merepresentasikan klasifikasi frekuensi penggunaan sepatu lari, terlihat bahwa sebagian besar prediksi model terkonsentrasi pada kategori tertentu. Nilai prediksi yang dominan pada satu kelas menunjukkan bahwa model mampu mengenali pola penggunaan sepatu yang paling sering muncul dalam data. Namun, masih ditemukan kesalahan klasifikasi pada beberapa kategori lain yang memiliki jumlah data lebih sedikit, yang mengindikasikan adanya ketidakseimbangan distribusi data.



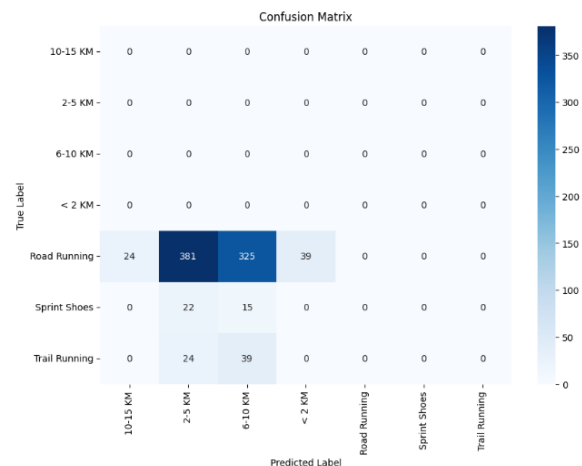
Gambar 2. Klasifikasi frekuensi penggunaan sepatu lari

Hasil pengujian pada variabel jenis medan lari ditunjukkan pada Gambar 3. Confusion matrix tersebut memperlihatkan bahwa kategori *Road Running* memiliki jumlah prediksi benar yang paling tinggi dibandingkan kategori lainnya. Meskipun demikian, terdapat beberapa data yang terklasifikasi ke kategori lain seperti *Trail Running* atau medan campuran, yang menunjukkan adanya kemiripan karakteristik penggunaan sepatu pada berbagai jenis medan.



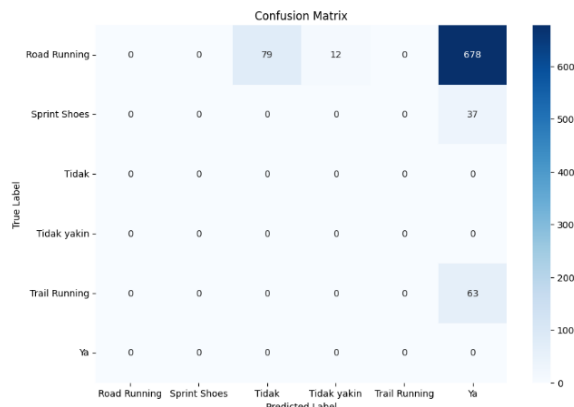
Gambar 3. Variabel jenis medan lari

Selanjutnya, Gambar 4 menampilkan hasil klasifikasi berdasarkan tingkat kecepatan penggunaan sepatu. Pada confusion matrix ini terlihat bahwa model lebih akurat dalam mengklasifikasikan kategori kecepatan yang memiliki rentang penggunaan yang jelas, sementara kesalahan klasifikasi masih terjadi pada kategori dengan perbedaan karakteristik yang relatif tipis. Hal ini menunjukkan bahwa batas antar kategori kecepatan belum sepenuhnya terpisah secara tegas dalam data.



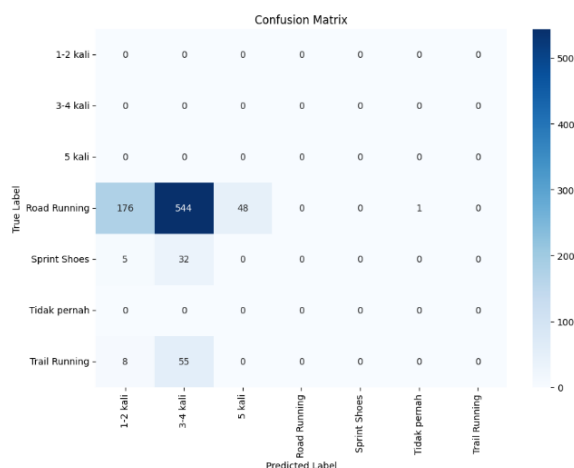
Gambar 4. Klasifikasi berdasarkan tingkat kecepatan penggunaan sepatu

Pada Gambar 5, yang menggambarkan perbedaan performa penggunaan sepatu, model menunjukkan kemampuan yang cukup baik dalam mengenali kategori performa utama. Namun, masih terdapat data yang salah diklasifikasikan ke kategori lain, yang mengindikasikan adanya variasi persepsi responden terhadap performa sepatu yang digunakan.



Gambar 5. perbedaan performa penggunaan sepatu

Hasil pengujian terakhir ditunjukkan pada Gambar 6, yaitu klasifikasi berdasarkan jarak tempuh penggunaan sepatu lari. Confusion matrix pada gambar tersebut menunjukkan bahwa model CNN mampu mengenali pola penggunaan sepatu pada kategori jarak tertentu, namun masih terjadi kesalahan klasifikasi antar kategori jarak yang berdekatan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan sepatu pada jarak yang relatif mirip memiliki karakteristik yang sulit dibedakan secara kategorikal.



Gambar 6. Klasifikasi berdasarkan jarak tempuh penggunaan sepatu lari

4.2. Pembahasan

Berdasarkan kelima *confusion matrix* yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa model Convolutional Neural Network (CNN) menunjukkan kecenderungan prediksi yang dominan pada kategori dengan jumlah data yang lebih besar, seperti *Road Running*. Hal ini mengindikasikan bahwa distribusi data yang tidak seimbang berpengaruh terhadap kemampuan model dalam mempelajari pola pada kelas minoritas. Fenomena tersebut merupakan karakteristik umum pada model *machine learning* dan *deep learning* ketika dihadapkan pada data dengan distribusi kelas yang tidak merata. Selain itu, kesalahan klasifikasi yang terjadi antar beberapa kategori, seperti antara *Road Running* dan *Trail*

Running, serta antar kategori jarak dan kecepatan yang berdekatan, diduga disebabkan oleh kemiripan karakteristik penggunaan sepatu. Dalam praktiknya, satu sepatu lari dapat digunakan pada berbagai kondisi yang hampir serupa, sehingga batas antar kategori menjadi kurang tegas dan menyulitkan model dalam melakukan klasifikasi secara presisi.

Selain evaluasi visual melalui *confusion matrix*, kinerja model juga dianalisis menggunakan metrik evaluasi berupa akurasi, precision, recall, dan F1-score. Perhitungan metrik ini didasarkan pada empat komponen utama dalam *confusion matrix*, yaitu *True Positive (TP)* sebagai jumlah data yang diprediksi benar pada kelas yang sesuai, *False Positive (FP)* sebagai data yang diprediksi ke suatu kelas namun sebenarnya bukan, *False Negative (FN)* sebagai data yang seharusnya masuk ke suatu kelas tetapi diprediksi ke kelas lain, serta *True Negative (TN)* sebagai data yang bukan kelas tersebut dan tidak diprediksi sebagai kelas tersebut.

Akurasi digunakan untuk menggambarkan tingkat ketepatan model secara keseluruhan dan dihitung dengan membandingkan jumlah prediksi benar terhadap total data. Precision digunakan untuk mengukur ketepatan prediksi pada suatu kelas, yaitu perbandingan antara *True Positive* terhadap total prediksi pada kelas tersebut. Recall digunakan untuk melihat kemampuan model dalam mengenali seluruh data yang sebenarnya termasuk ke dalam suatu kelas, sedangkan F1-score merupakan rata-rata harmonis antara precision dan recall yang digunakan untuk memberikan gambaran keseimbangan kinerja model, terutama pada kondisi data yang tidak seimbang.

Sebagai contoh, pada variabel jenis medan lari untuk kelas *Road Running*, berdasarkan *confusion matrix* diperoleh nilai *True Positive* sebesar 557 data. Nilai *False Negative* diperoleh dari jumlah data *Road Running* yang salah diklasifikasikan ke kelas lain, yaitu sebanyak 212 data, sedangkan *False Positive* berasal dari data kelas lain yang salah diprediksi sebagai *Road Running*, yaitu sebanyak 98 data. Berdasarkan nilai tersebut, precision yang dihasilkan sebesar 0,85, recall sebesar 0,72, dan F1-score sebesar 0,78. Nilai ini menunjukkan bahwa model memiliki ketepatan prediksi yang cukup baik pada kelas dominan, meskipun masih terdapat sejumlah data yang belum berhasil dikenali secara optimal. Berikut pembahasan mengenai perhitungan metrik-metrik berdasarkan *confusion matrix* pada variabel jenis medan lari.

a. Precision

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP+FP} = \frac{557}{557+98} = 0,85 \quad (1)$$

b. Recall

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP+FN} = \frac{557}{557+212} = 0,72 \quad (2)$$

c. F-1 Score

$$F1 = 2 \times \frac{\text{Precision} \times \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (3)$$

$$F1 = 2 \times \frac{0,85 \times 0,72}{0,85 + 0,72} = 0,78$$

d. Akurasi Model

$$\text{Akurasi} = \frac{\sum \text{Seluruh Diagonal}}{\text{Total Data}} \quad (4)$$

$$\text{Akurasi} = \frac{650}{870} = 0,75 = 75\%$$

Secara keseluruhan, akurasi model dihitung dari total prediksi benar yang berada pada diagonal *confusion matrix* dibandingkan dengan total seluruh data. Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh akurasi model sekitar 75%, yang menunjukkan bahwa sebagian besar data berhasil diklasifikasikan dengan benar oleh model CNN. Hasil ini mengindikasikan bahwa metode Convolutional Neural Network mampu digunakan untuk mengklasifikasikan masa pakai sepatu lari berdasarkan berbagai variabel penggunaan secara objektif dan sistematis. Meskipun masih terdapat keterbatasan, terutama pada kelas dengan distribusi data yang tidak seimbang dan karakteristik yang saling berdekatan, penelitian ini berhasil menunjukkan potensi CNN sebagai pendekatan yang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan terkait masa pakai sepatu lari.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) dalam penelitian ini terbukti mampu mengklasifikasikan masa pakai sepatu lari berdasarkan variabel penggunaan seperti frekuensi, jenis medan, kecepatan, jarak tempuh, dan performa secara objektif dan sistematis. Evaluasi menggunakan *confusion matrix* dan metrik kinerja menunjukkan bahwa model mencapai akurasi sebesar 75%, yang menandakan bahwa sebagian besar data dapat diklasifikasikan dengan baik. Model menunjukkan performa yang lebih optimal pada kategori dengan jumlah data dominan, seperti *Road Running*, sementara kesalahan klasifikasi masih terjadi pada kategori dengan karakteristik yang berdekatan atau jumlah data terbatas. Hal ini menunjukkan bahwa distribusi data dan tingkat kemiripan antar kelas sangat memengaruhi hasil klasifikasi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan dataset yang lebih besar, seimbang, serta mempertimbangkan penambahan variabel dan pengembangan arsitektur model untuk meningkatkan performa klasifikasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan sistem pendukung keputusan yang membantu

menentukan waktu penggantian sepatu lari secara lebih tepat dan berbasis data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. W. S. Ardianto Rian, "Analisis Deep Learning Metode Convolutional Neural Network Dalam Klasifikasi Varietas Gandum Analysis of Convolutional Neural Network Deep Learning Method in Durum Wheat Variety Classification," *J. Kolaboratif Sains*, vol. 6, no. 12, pp. 2081–2092, 2023, doi: 10.56338/jks.v6i12.4938.
- [2] S. Yuliany and A. N. Rachman, "Implementasi Deep Learning pada Sistem Klasifikasi Hama Tanaman Padi Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *J. Buana Inform.*, vol. 13, no. April, pp. 54–65, 2022.
- [3] M. Ilham and A. Dilan, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network Untuk Klasifikasi Citra Jenis Sepatu Lari Berdasarkan Permukaan Lintasan," *J. Sienna*, 2023.
- [4] M. E. Prasetyo *et al.*, "Klasifikasi Ragam Kendaraan Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *J. Adopsi Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 142–148, 2023.
- [5] P. N. Dacipta and R. E. Putra, "Sistem Klasifikasi Limbah Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN) Pada Web Service Berbasis Framework Flask," *J. Informatics Comput. Sci.*, vol. 03, pp. 394–402, 2022.
- [6] F. Rahardika *et al.*, "Implementasi Machine Learning Dalam Mengidentifikasi Tanaman Hias menggunakan Metode CNN," *Framework*, vol. 03, no. 01, pp. 1–12, 2024.
- [7] N. K. Negoro, E. Utami, and A. Yaqin, "Klasifikasi deteksi penggunaan masker menggunakan metode convolutional neural network," *J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 664–674, 2023.
- [8] D. Nasution, "Klasifikasi Objek Menggunakan Metode Convolutional Neural Network (CNN)," *Snastikom*, 2022.
- [9] O. Saputra, D. I. Mulyana, and M. B. Yel, "Implementasi Algoritma Convolutional Neural Network (CNN) Untuk Klasifikasi Senjata Tradisional Di Jawa Tengah Dengan Metode Transfer Learning," *J. Sist. Komput. dan Kecerdasan Buatan*, vol. 5, 2022.
- [10] X. Xiao, A. Lian, Z. Li, and Y. Fan, "Trends and hotspots in running shoe research : a bibliometric study from 2005 to 2024," *Front. Sport. Act. Living*, no. September, pp. 1–16, 2025, doi: 10.3389/fspor.2025.1609141.