



Penerapan Mobilenetv3 untuk Klasifikasi Jenis Bahan Pakaian

Application of Mobilenetv3 for Classification of Clothing Material Types

Doni Poulus Sinaga & Nurul Khairina*

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknik, Universitas Medan Area, Indonesia

Diterima: 16 April 2025; Direview: 20 April 2025; Disetujui: 24 April 2025

*Corresponding Email: nurul@staff.uma.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan mengembangkan model klasifikasi jenis bahan pakaian menggunakan arsitektur MobileNetV3 yang efisien dan akurat. Data citra bahan pakaian dikumpulkan dari sumber terbuka, kemudian diproses melalui resizing, normalisasi, dan augmentasi. Model dilatih dengan transfer learning dan dievaluasi menggunakan metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score. Hasil evaluasi menunjukkan akurasi sebesar 92%, dengan performa terbaik pada kategori sutera dan polyester. Namun, kesalahan klasifikasi masih terjadi pada bahan dengan tekstur serupa seperti linen dan katun. Dibandingkan penelitian sebelumnya, pendekatan ini menawarkan keunggulan efisiensi komputasi untuk implementasi di perangkat mobile dan edge computing. Studi ini berkontribusi pada pengembangan sistem klasifikasi bahan pakaian yang mendukung otomatisasi industri tekstil dan fashion. Perbaikan lebih lanjut diperlukan melalui peningkatan kualitas dataset dan fine-tuning model agar mampu membedakan bahan dengan karakteristik visual yang mirip secara lebih presisi.

Kata Kunci: Klasifikasi Bahan Pakaian; MobileNetV3; Deep Learning.

Abstract

This study aims to develop an efficient and accurate model for classifying clothing material types using the MobileNetV3 architecture. Clothing material images were collected from open sources and processed through resizing, normalization, and data augmentation. The model was trained using transfer learning and evaluated using accuracy, precision, recall, and F1-score metrics. The evaluation results showed an accuracy of 92%, with the best performance in the silk and polyester categories. However, misclassifications still occurred for materials with similar textures, such as linen and cotton. Compared to previous studies, this approach offers advantages in computational efficiency for mobile and edge computing applications. This research contributes to the development of an automated clothing material classification system to support the textile and fashion industries. Further improvements are needed by enhancing dataset quality and fine-tuning the model to better distinguish materials with visually similar characteristics.

Keywords: Clothing Material Classification; MobileNetV3; Deep Learning.

PENDAHULUAN

Klasifikasi bahan tekstil merupakan bidang kajian penting dalam ilmu komputer terapan, khususnya di ranah pengolahan citra digital (*image processing*) dan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) [1], [2]. Secara teoritis, klasifikasi gambar memanfaatkan konsep dasar dari jaringan saraf tiruan (*artificial neural networks*) dan deep learning untuk mengekstraksi serta mempelajari fitur visual seperti tekstur, pola, dan warna dari citra digital [3], [4]. Salah satu teknik yang banyak digunakan adalah Convolutional Neural Networks (CNN), yang secara hierarkis mampu membangun representasi fitur mulai dari bentuk sederhana hingga kompleks [5], [6].

Dalam literatur, CNN telah terbukti efektif dalam berbagai tugas klasifikasi citra, termasuk deteksi objek, segmentasi gambar, dan pengenalan pola visual. [7] menunjukkan bahwa CNN dapat mengidentifikasi jenis bahan tekstil dengan akurasi tinggi melalui pemanfaatan layer konvolusi dalam mengekstraksi fitur tekstural [8], [9]. Selain itu, teknik data augmentation juga banyak dibahas dalam teori machine learning sebagai metode untuk memperkaya dataset secara virtual, guna meningkatkan generalisasi model terhadap variasi citra yang beragam [10].

Seiring perkembangan teknologi, muncul kebutuhan akan model yang tidak hanya akurat tetapi juga efisien secara komputasi, terutama untuk implementasi di perangkat mobile [11], [12]. Di sinilah arsitektur lightweight seperti MobileNet menjadi relevan. MobileNetV3, sebagai evolusi dari pendahulunya, menggabungkan konsep Neural Architecture Search (NAS) untuk menemukan struktur jaringan optimal secara otomatis dan squeeze-and-excitation blocks yang mampu meningkatkan representasi fitur penting [13]. Dalam konteks klasifikasi bahan pakaian, kemampuan ini krusial mengingat kemiripan visual antar bahan yang sering kali menjadi tantangan utama.

Masalah mendasar dalam klasifikasi bahan tekstil terletak pada variasi tekstur, pencahayaan, dan motif bahan yang kompleks, yang menyebabkan ambiguitas dalam proses identifikasi [14], [15]. Linen dan polyester, misalnya, memiliki kemiripan tekstur yang tinggi sehingga sering menjadi sumber kesalahan klasifikasi. Oleh sebab itu, teori fine-tuning model pra-latih (pre-trained models) menjadi salah satu strategi yang banyak dianjurkan dalam kajian akademik untuk meningkatkan akurasi model pada domain spesifik dengan dataset terbatas [16].

Penelitian terkait klasifikasi bahan tekstil berbasis deep learning telah banyak dilakukan, namun sebagian besar masih berfokus pada deteksi cacat kain atau klasifikasi dengan arsitektur konvensional. [7] mengembangkan model Convolutional Neural Networks (CNN) untuk mendeteksi cacat pada tekstur kain melalui analisis spektrum frekuensi gambar. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa ekstraksi fitur tekstur dari spektrum frekuensi efektif dalam mendeteksi cacat pada permukaan kain. Meski demikian, penelitian ini lebih menitikberatkan pada deteksi kecacatan bahan tekstil daripada klasifikasi jenis bahan pakaian itu sendiri. Selanjutnya, [17] memanfaatkan pendekatan transfer learning untuk klasifikasi cacat kain menggunakan arsitektur autoencoder denoising berbasis kriteria Fisher otomatis (FCSDA). Penelitian ini berhasil mengklasifikasikan patch gambar kain dengan pola rajutan tenun jacquard secara akurat. Namun, fokus utama dari penelitian ini tetap pada deteksi cacat dan bukan pada identifikasi jenis bahan kain secara spesifik, sehingga aplikasinya masih terbatas dalam konteks klasifikasi bahan pakaian. Sementara itu, [18] menawarkan kontribusi berbeda dengan mengusulkan strategi augmentasi data berbasis rotasi lokal acak (random local rotation) yang terbukti meningkatkan kinerja model klasifikasi gambar dibandingkan metode augmentasi tradisional. Walaupun metode ini bersifat umum dan tidak secara khusus diterapkan pada klasifikasi bahan tekstil, hasil penelitian mereka memberikan wawasan penting mengenai pentingnya strategi augmentasi data dalam meningkatkan ketahanan model terhadap variasi visual pada citra [19], [20].

Berdasarkan kajian tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun penerapan deep learning dalam bidang tekstil telah menunjukkan hasil yang menjanjikan, masih terdapat celah penelitian (research gap) dalam hal klasifikasi jenis bahan pakaian secara spesifik, terutama dengan memanfaatkan arsitektur lightweight seperti MobileNetV3. Tantangan utama seperti membedakan bahan dengan tekstur serupa, misalnya linen dan polyester, belum banyak dibahas secara mendalam. Oleh karena itu, penelitian ini diarahkan untuk mengisi celah tersebut dengan mengembangkan model klasifikasi bahan pakaian berbasis MobileNetV3 yang dioptimalkan untuk efisiensi dan akurasi.

Signifikansi penelitian ini mencakup kontribusi teoretis berupa pengayaan literatur mengenai penerapan MobileNetV3 dalam klasifikasi bahan tekstil serta kontribusi praktis berupa pengembangan sistem klasifikasi otomatis yang mendukung efisiensi industri fashion dan tekstil. Dengan memanfaatkan pendekatan lightweight deep learning,

penelitian ini juga mendorong inovasi solusi berbasis AI yang ramah perangkat mobile, sejalan dengan tren industri 4.0 dan keberlanjutan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian ini mengelompokkan data pakaian yang menjadi klasifikasi diambil berdasarkan jenis bahan. Data ini berasal dari sumber-sumber terbuka yang memuat gambar pakaian dengan label yang jelas mengenai jenis bahan yang digunakan seperti di e-commerce ataupun di kaggle. Setiap gambar dalam dataset dilabeli sesuai dengan jenis bahan pakaian, seperti katun, polyester, wol, linen. dataset dibagi menjadi 3 folder training 80%, Testing 10%, dan validation 10%. Pada tahap pra-pemrosesan, seluruh gambar diubah ukurannya menjadi 224 x 224 piksel untuk memastikan keseragaman dimensi sesuai dengan input standar MobileNetV3.

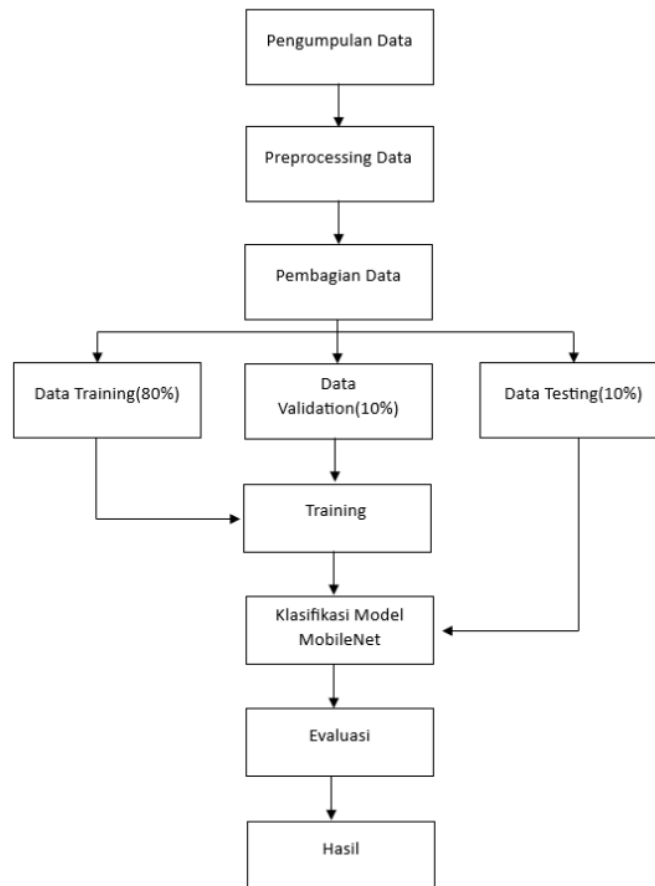
Selanjutnya, dilakukan normalisasi piksel guna menyamakan rentang nilai antara 0 hingga 1 sehingga model dapat belajar dengan lebih stabil. Selain itu, proses augmentasi data meliputi rotasi, flipping, dan cropping diterapkan untuk memperkaya variasi dataset dan mengatasi keterbatasan jumlah sampel asli. Akhirnya, dataset dibagi secara proporsional menjadi tiga subset: dalam melatih model menggunakan data training, data testing untuk evaluasi kerja akhir, dan data validation untuk memantau dan mengoptimalkan proses pelatihan.



Gambar 1 Data Jenis Bahan Pakaian

Tahapan Penelitian

Dalam Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen. Penelitian ini memiliki Desain dari beberapa tahap utama, setiap tahap ini dirancang untuk memastikan bahwa data diolah dan dianalisis secara sistematis untuk menghasilkan prediksi klasifikasi yang akurat. Berikut langkah-langkah penelitian yang dilakukan :



Gambar 2 Tahapan Penelitian

Gambar tersebut merupakan diagram alur yang menjelaskan proses klasifikasi menggunakan model MobileNet. Proses dimulai dengan tahap pengumpulan data, di mana data yang akan digunakan dikumpulkan dari berbagai sumber. Selanjutnya, data mengalami tahap preprocessing untuk membersihkan dan menyiapkannya sebelum digunakan dalam model. Setelah itu, ada tiga bagian utama yang dilakukan pembagian data yaitu: data training (80%), validasi data (10%), data testing (10%). Data training digunakan untuk melatih model, sedangkan data validasi membantu dalam menyesuaikan parameter model selama proses training. Setelah model MobileNet dilatih menggunakan data training dan divalidasi dengan data validasi, model kemudian diuji dengan data testing untuk mengukur performa akhirnya. Setelah tahap evaluasi dilakukan, hasil akhir dari klasifikasi ditampilkan. Diagram ini menggambarkan tahapan yang sistematis dalam penerapan model MobileNet untuk klasifikasi suatu dataset.

Evaluasi Performa Model

Setelah model MobileNetV3 selesai dilatih, evaluasi dilakukan menggunakan dataset pengujian dalam mengukur akurasi mana model yang mampu mengklasifikasikan jenis bahan pakaian dengan baik. Ada beberapa metrik utama dalam mengevaluasi Evaluasi ini, yaitu akurasi, precision, recall, dan F1-score. Metrik-metrik ini memberikan gambaran yang lebih komprehensif terkait performa model, tidak hanya dalam hal prediksi yang benar, tetapi juga dalam mengidentifikasi kesalahan klasifikasi dan distribusi prediksi antar kelas.

a. Akurasi

Akurasi adalah parameter untuk perbandingan kelas yang diperkirakan benar dengan jumlah seluruh data yang dipakai. Akurasi ini sebagai fungsi untuk memberitahu efektifitas dari kelas dalam klasifikasi. perhitungan nilai akurasi rumusnya sebagai berikut:

$$Accuracy = TP + TN / TP + TN + FP + FN \dots\dots\dots (1)$$

b. Precision

adalah parameter dalam menentukan sebuah nilai ketepatan informasi yang di minta oleh user dan hasil berdasarkan persen. Bagaimana klasifikasi kelas yang benar terhadap data prediksi benar. Rumus menghitung persen sebagai berikut :

$$Precision = TP / TP + FP \dots\dots\dots (2)$$

c. Recall

Recall adalah parameter dalam mengidentifikasi nilai positif dan melakukan perbandingan total data tepat prediksi positif. Kalau nilai positif semakin tinggi makanya tinggi pula nilai Recall. Rumus mencari Recall yaitu :

$$Recall = TP / TP + FN \dots\dots\dots (3)$$

d. F1-Score

F1-Score adalah nilai rata-rata presisi dan Recall. Rumus menghitungnya sebagai berikut :

$$F1 \text{ Score} = 2 \times Precision \times Recall / Precision + Recall \dots\dots\dots (4)$$

Selain metrik di atas, evaluasi juga dilakukan menggunakan confusion matrix, yang menunjukkan jumlah prediksi benar dan salah untuk masing-masing kelas. Dengan menggunakan confusion matrix, dapat dianalisis kelas mana yang paling sering salah

diklasifikasikan dan dilakukan perbaikan lebih lanjut, misalnya dengan augmentasi data atau fine-tuning model.

Berdasarkan hasil evaluasi, model dapat dibandingkan dengan metode lain atau dilakukan penyesuaian lebih lanjut untuk meningkatkan performanya. Jika diperlukan, teknik seperti fine-tuning lebih lanjut, penyesuaian hyperparameter, atau penggunaan dataset yang lebih besar dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas klasifikasi model.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Training dan Validation

Proses pelatihan model MobileNetV3 dilakukan dengan menggunakan dataset yang telah diproses sebelumnya, mencakup resizing gambar ke ukuran 224 x 224 piksel, normalisasi nilai piksel, serta augmentasi data untuk meningkatkan keberagaman sampel. Model dilatih menggunakan metode transfer learning, di mana bobot awal MobileNetV3 yang telah dipra-latih pada dataset ImageNet digunakan sebagai dasar, dan layer akhir dikustomisasi agar sesuai dengan jumlah kelas jenis bahan pakaian. Pelatihan dilakukan dengan optimasi Adam, menggunakan learning rate sebesar 0.001, batch size 32, dan jumlah epoch sebanyak 20. Proses ini dijalankan pada perangkat keras dengan GPU untuk mempercepat komputasi. Selama pelatihan, nilai loss dan akurasi dipantau pada dataset validasi guna menghindari overfitting dan memastikan model dapat melakukan generalisasi dengan baik. Setelah pelatihan selesai, model dievaluasi menggunakan dataset pengujian untuk mengukur performa akhir melalui metrik akurasi, precision, recall, dan F1-score.

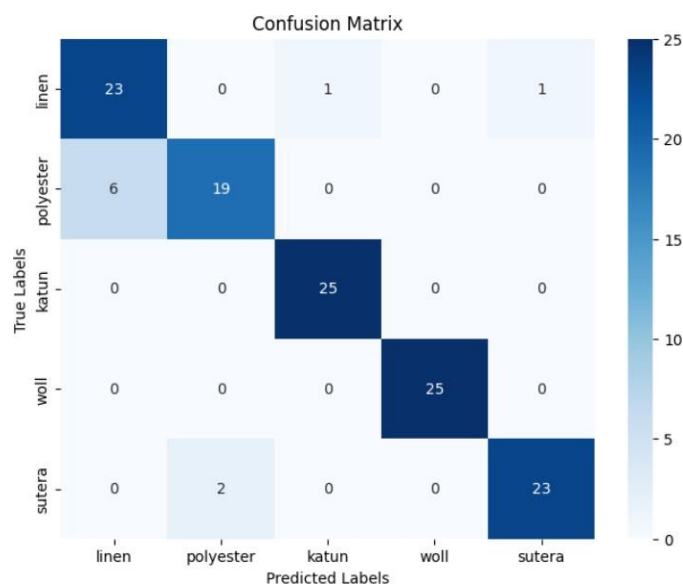


Gambar 3 Akurasi dan Los Training Dan Validation

Berdasarkan grafik yang disajikan, dapat dilihat bahwa model MobileNetV2 menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam akurasi selama proses pelatihan dan validasi. Akurasi pelatihan dan validasi mulai dari sekitar 0.75 dan meningkat secara stabil hingga mencapai sekitar 0.95 pada epoch ke-17.5. Hal ini menunjukkan bahwa model mampu mempelajari pola data dengan baik dan tidak mengalami underfitting. Lain dari itu, penurunan grafik loss menunjukkan konsisten baik untuk loss pelatihan dan validasi, yang mengklasifikasikan baiknya dalam model meminimalkan kesalahan prediksi.

Dari grafik loss, terlihat bahwa loss pelatihan dan validasi menurun dari sekitar 0.7 menjadi sekitar 0.1 pada epoch ke-17.5. Penurunan yang stabil ini menunjukkan bahwa model tidak mengalami overfitting, karena loss validasi juga menurun seiring dengan loss pelatihan. Kesimpulannya, model MobileNetV2 ini memiliki performa yang baik dalam mempelajari data pelatihan dan mampu menggeneralisasi dengan baik pada data validasi. Model ini dapat dianggap cukup efektif untuk tugas yang dimaksud, dengan akurasi yang tinggi dan loss yang rendah pada akhir pelatihan.

Confusion Matrix



Gambar 4 Confusion Matrix

Confusion matrix pada gambar di atas menunjukkan performa model klasifikasi jenis bahan pakaian berdasarkan hasil prediksi dan label sebenarnya. Kinerja model yang memiliki mengklasifikasikan yang cukup baik dalam beberapa kategori bahan, terlihat dari nilai diagonal utama yang tinggi, yang menandakan jumlah prediksi yang benar untuk setiap kelas. Misalnya, model berhasil mengklasifikasikan 25 sampel katun, wol, dan sutera dengan benar tanpa kesalahan. Namun, terdapat beberapa kesalahan klasifikasi,

seperti linen yang diklasifikasikan sebagai polyester sebanyak 1 kali dan polyester yang diklasifikasikan sebagai linen sebanyak 6 kali. Selain itu, terdapat beberapa kasus di mana sutera salah diklasifikasikan sebagai linen dan polyester. Secara keseluruhan, model memiliki performa yang cukup baik, tetapi masih terdapat beberapa kesalahan yang dapat diperbaiki, terutama dalam membedakan antara linen dan polyester.

Hasil Evaluasi Model MobileNetV3

Tabel 1 Clasification Report

Class	Precision	Recall	F1-Score	Support
Katun	0.79	0.92	0.85	25
Linen	0.90	0.76	0.83	25
Polyester	0.96	1.00	1.00	25
Sutera	1.00	1.00	1.00	25
Woll	0.96	0.92	0.94	25
Accuracy			0.92	125
Weighted Avg	0.92	0.92	0.92	125

Classification report di atas menunjukkan bahwa model klasifikasi bahan pakaian yang digunakan memiliki akurasi sebesar 92%, dengan nilai macro average dan weighted average f1-score yang dapat mencapai 0.92. Hal ini memberitahu bahwa model mempunyai performa yang cukup baik dalam mengklasifikasikan lima jenis bahan pakaian: katun, linen, polyester, sutera, dan wol. Kategori sutera memiliki performa terbaik dengan precision, recall, dan f1-score sempurna (1.00), yang menunjukkan model mampu mengklasifikasikan semua sampel sutera dengan benar tanpa kesalahan. Kategori polyester dan wol juga menunjukkan kinerja yang sangat baik dengan f1-score masing-masing 0.98 dan 0.94. Namun, terdapat beberapa kelemahan dalam mengklasifikasikan katun dan linen. Katun memiliki precision terendah (0.79) meskipun recall-nya cukup tinggi (0.92), yang mengindikasikan bahwa beberapa sampel katun diklasifikasikan ke kelas lain. Sebaliknya, linen memiliki precision yang lebih tinggi (0.90) tetapi recall lebih rendah (0.76), yang menunjukkan bahwa beberapa sampel linen salah diklasifikasikan sebagai bahan lain. Dalam keseluruhan, performa model yang baik dalam klasifikasi bahan pakaian dengan tingkat akurasi yang tinggi. Namun, untuk memberikan kinerja lebih baik, diperlukan upaya untuk mengurangi kesalahan klasifikasi pada kategori katun dan linen. Strategi seperti augmentasi data, peningkatan kualitas dataset, atau penyesuaian parameter model dapat membantu meningkatkan presisi dan recall untuk kategori tersebut, sehingga hasil klasifikasi menjadi lebih akurat dan konsisten.

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas deep learning dalam klasifikasi bahan tekstil dengan pendekatan yang beragam. Misalnya, [18] menggunakan fitur HOG dan HS histogram untuk meningkatkan akurasi klasifikasi kain hingga 92.4%, sementara [21] memanfaatkan MobileNetV2 dengan transfer learning dan mencapai akurasi 99.87% pada gambar OCT serta 95% pada gambar makro. Selain itu, [18] menerapkan model deep learning pada dataset mikroskopis berbasis edge computing, sedangkan [7] fokus pada deteksi cacat kain menggunakan Faster R- CNN dan SSD. Sementara itu, [8] mengembangkan arsitektur deep learning berbasis mekanisme atensi untuk mendeteksi cacat kecil pada tekstil. Dalam penelitian ini, MobileNetV3 digunakan untuk klasifikasi bahan pakaian dengan mempertimbangkan tekstur, pola, dan warna, menghasilkan akurasi sebesar 92%. Meskipun akurasi ini masih di bawah beberapa penelitian sebelumnya, pendekatan yang diusulkan menawarkan keunggulan dalam efisiensi komputasi dan optimalisasi untuk perangkat mobile serta edge computing, menjadikannya solusi yang lebih praktis untuk industri fashion.

SIMPULAN

Penelitian ini membahas implementasi MobileNetV3 dalam klasifikasi jenis bahan pakaian dengan lima kategori, yaitu linen, polyester, katun, wol, dan sutera. Berdasarkan hasil evaluasi menggunakan confusion matrix dan classification report, model yang diterapkan mampu mencapai akurasi sebesar 92%. Kinerja model sangat baik pada beberapa kelas tertentu, seperti katun dan wol, yang diklasifikasikan dengan sempurna. Namun, terdapat beberapa kesalahan klasifikasi, terutama pada kategori yang memiliki karakteristik serupa, seperti linen dan polyester. Nilai precision, recall, dan f1-score menunjukkan bahwa model memiliki kinerja yang cukup baik secara keseluruhan, dengan nilai macro average f1-score sebesar 0.9200.

Meskipun hasil yang diperoleh cukup memuaskan, masih terdapat ruang untuk peningkatan, terutama dalam membedakan bahan yang memiliki kemiripan tekstur. Maka daruitu, pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan dengan menambah variasi data latih, menerapkan teknik augmentasi data, atau melakukan fine-tuning pada arsitektur MobileNetV3 agar lebih optimal dalam mengenali pola tiap bahan pakaian. Dengan demikian, model ini berpotensi menjadi solusi efektif dalam otomatisasi klasifikasi bahan pakaian di industri tekstil dan fashion.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Y. Lee, H. S. Jeong, Y. S. Choi, and C. K. Lee, *Textile material classification in clothing images using deep learning*, vol. 12, no. 7. Korean Institute of Smart Media, 2023. doi: 10.30693/smj.2023.12.7.43.
- [2] Z. Wu, X. Liu, and Y. Wang, "A deep learning-based multi-layer approach for textile classification," *Pattern Recognit. Lett.*, vol. 140, pp. 49–56, 2021.
- [3] S. Alamgunawan and Y. Kristian, "Klasifikasi Tekstur Serat Kayu pada Citra Mikroskopik Veneer Memanfaatkan Deep Convolutional Neural Network," *INSYST J. Intell. Syst. Comput.*, vol. 2, no. 1, pp. 6–11, 2020.
- [4] W. Bismi, D. Novianti, and M. Qomaruddin, "Analisis Perbandingan Klasifikasi Citra Genus Panthera dengan Pendekatan Deep learning Model MobileNet," *J. Inform. dan Rekayasa Perangkat Lunak*, vol. 6, no. 1, pp. 1–9, 2024.
- [5] R. Adolph, "Perkembangan teknologi," in *2022 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)*, 2016, pp. 1–23.
- [6] S. A. S. Hesham *et al.*, "Adapted Lightweight MobileNet for Tire Pattern Classification," in *Proceedings of the 18th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications, ICIEA 2023*, 2023, pp. 191–196. doi: 10.1109/ICIEA58696.2023.10241883.
- [7] L. Cheng, J. Yi, A. Chen, Y. Zhang, and C. Hou, "Fabric material identification based on Densenet variant networks," *J. Text. Inst.*, vol. 114, no. 10, pp. 1527–1538, 2023, doi: 10.1080/00405000.2022.2144600.
- [8] B. Wei, B. Xu, K. Hao, and L. Gao, "Textile defect detection using multilevel and attentional deep learning network (MLMA-Net)," *Text. Res. J.*, vol. 92, no. 19–20, pp. 3462–3477, 2022, doi: 10.1177/00405175211073773.
- [9] W. Dharmawan, Susilawati, Muhathir, R. Muliono, A. H. Lubis, and N. Khairina, "Enhancing Succulent Plant Species Classification: A MobileNetV3-Large Approach," in *Proceeding - 2024 International Conference on Information Technology Research and Innovation, ICITRI 2024*, IEEE, 2024, pp. 146–151. doi: 10.1109/ICITRI62858.2024.10699002.
- [10] M. Sabuncu and H. Ozdemir, "Classification of Material Type from Optical Coherence Tomography Images Using Deep Learning," *Int. J. Opt.*, vol. 2021, 2021, doi: 10.1155/2021/2520679.
- [11] A. N. A. Setiana, "Robot pemilahan sampah berbasis Raspberry Pi menggunakan Algoritma Convolutional Neural Network dengan MobileNet," Fakultas Sains Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta, 2020.
- [12] M. F. A. Hele, "Penerapan Deep Learning Dengan Algoritma CNN Untuk Klasifikasi Varietas Beras Menggunakan Arsitektur MobileNetV3," Universitas Muhammadiyah Malang, 2025.
- [13] D. Azhar, R. Kurniawan, W. Marsisno, B. Yuniarto, Sukim, and Sugiarto, "Implementing deep learning-based named entity recognition for obtaining narcotics abuse data in Indonesia," *IAES Int. J. Artif. Intell.*, vol. 13, no. 1, pp. 375–382, 2024, doi: 10.11591/ijai.v13.i1.pp375-382.
- [14] P. U. Wasista *et al.*, *Desain Interior: Teori dan Perkembangannya*. SIDYANUSA, 2024.
- [15] N. H. Maulida, B. Hidayat, S. Saâ, and others, "Pengenalan Kain Sasirangan Berdasarkan Tekstur Dengan Filter Gabor, Template Matching dan Klasifikasi Decision Tree," *eProceedings Eng.*, vol. 6, no. 1, 2019.
- [16] Y. Xu *et al.*, "Cross-Modal Fusion Convolutional Neural Networks With Online Soft-Label Training Strategy for Mechanical Fault Diagnosis," *IEEE Trans. Ind. Informatics*, vol. 20, no. 1, pp. 73–84, 2024, doi: 10.1109/TII.2023.3256400.
- [17] S. Zu, Y. Jin, and Y. Li, "Generalwise Separable Convolution for Mobile Vision Applications," *Proceedings of the 2022 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence, SSCI 2022*. pp. 1074–1081, 2022. doi: 10.1109/SSCI51031.2022.10022267.
- [18] S. Cai, W. Zhu, K. Chen, and H. Qin, "Textile fabric image classification method based on enhanced deep learning features," vol. 12709, p. 207, 2023, doi: 10.1117/12.2684999.
- [19] A. F. Al Hafidz, E. Y. Puspaningrum, and A. L. Nurlaili, "PENERAPAN LIGHTGBM MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR RUANG WARNA HSV UNTUK KLASIFIKASI REMPAH RIMPANG," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 3, pp. 5492–5498, 2025.
- [20] I. A. Pardosi, "A Review: Oriented Object Detection with Shadows and Noise," 2020.
- [21] A. S. M. Siam, Y. Arafat, M. M. Talukdar, M. Mehedi Hasan, and R. Rahman, "TextileNet: A Deep Learning Approach for Textile Fabric Material Identification from OCT and Macro Images," in *2023 26th International Conference on Computer and Information Technology, ICCIT 2023*, 2023, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICCIT60459.2023.10441457.

