

PENDETEKSI KEKENTALAN CAT DUCO DAN SYNTETIS DENGAN MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) DAN BERBASIS KERAS PADA PT. XYZ

Indra Gunawan¹, Susanto Heriyanto^{2*}

^{1,2} Program Studi Informatika, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Buddhi Dharma

*Corresponding Author, email: susanto.hariyanto@ubd.ac.id

ABSTRAK

Kekentalan cat merupakan parameter penting dalam menjaga kualitas dan efisiensi produksi dalam industri cat, seperti di PT. XYZ. Proses pengecekan kekentalan yang masih dilakukan secara manual terbukti kurang efisien dan rawan kesalahan. Kualitas kekentalan cat merupakan parameter fundamental dalam industri manufaktur cat, karena berpengaruh langsung terhadap performa aplikasi, hasil akhir produk, serta efisiensi proses produksi. Di perusahaan seperti PT. XYZ, kekentalan cat yang tidak sesuai standar dapat mengakibatkan cacat pada hasil pengecatan, memperbesar konsumsi bahan pelarut, hingga menurunkan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendeteksi kekentalan yang mampu bekerja secara otomatis, cepat, dan akurat untuk menggantikan metode manual yang masih mengandalkan pengamatan subjektif operator. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem klasifikasi kekentalan cat berbasis citra digital menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Sistem dikembangkan secara iteratif menggunakan pendekatan prototyping, agar pengguna dapat melakukan uji langsung terhadap fungsionalitas dan performa sistem selama proses pengembangan berlangsung. Proses preprocessing seperti normalisasi dan augmentasi data terbukti meningkatkan performa model, sedangkan penggunaan CNN mampu melakukan ekstraksi fitur visual secara mendalam. Evaluasi dengan metrik klasifikasi menunjukkan performa tinggi, terutama pada kategori *sedang*, dengan F1-score mencapai 92%. Sistem dikembangkan dalam antarmuka web yang mudah digunakan dan telah diuji secara langsung dalam lingkungan produksi PT XYZ. Hasilnya menunjukkan peningkatan efisiensi operasional dan akurasi evaluasi produk secara signifikan.

Kata kunci: CNN, Deteksi Kekentalan, Keras, Pengolahan Citra, Viskositas cat

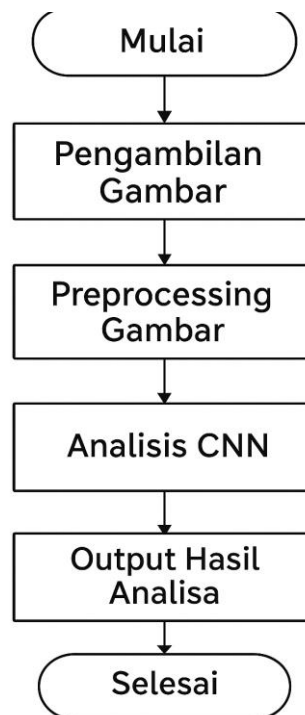
I. PENDAHULUAN

Kualitas kekentalan cat merupakan parameter fundamental dalam industri manufaktur cat, karena berpengaruh langsung terhadap performa aplikasi, hasil akhir produk, serta efisiensi proses produksi. Di perusahaan seperti PT. XYZ, kekentalan cat yang tidak sesuai standar dapat mengakibatkan cacat pada hasil pengecatan, memperbesar konsumsi bahan pelarut, hingga menurunkan kepuasan pelanggan. Oleh karena itu, diperlukan sistem pendeteksi kekentalan yang mampu bekerja secara otomatis, cepat, dan akurat untuk menggantikan metode manual

yang masih mengandalkan pengamatan subjektif operator. Dalam konteks tersebut, teknologi computer vision dan deep learning, khususnya Convolutional Neural Network (CNN), telah menjadi pendekatan yang efektif untuk menangani analisis visual pada berbagai sektor industri. CNN memiliki kemampuan mengekstraksi dan mengenali pola kompleks pada citra, menjadikannya sangat ideal untuk tugas klasifikasi berbasis tekstur atau distribusi visual. Studi oleh (Nurhikmat, 2018) membuktikan bahwa CNN mampu menghasilkan akurasi tinggi dalam pengenalan pola berbasis gambar pada aplikasi seperti klasifikasi spesies ikan maupun citra wayang golek. Namun, implementasi CNN dalam konteks manufaktur juga menghadapi tantangan, terutama dalam hal keterbatasan data gambar yang beragam serta kebutuhan proses inferensi yang cepat. Untuk itu, pendekatan data augmentation digunakan guna memperluas variasi citra pelatihan dan meningkatkan kemampuan generalisasi model. Penelitian oleh (Wicaksono et al., 2020) dan (Widiputra et al., 2021) menunjukkan bahwa augmentasi data yang tepat dapat memperkuat performa model CNN dalam mendeteksi objek dan anomali visual pada sektor pertanian dan finansial.

II. METODOLOGI

2.1 Alur Diagram Penelitian



Gambar 1. Alur Diagram Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif eksperimental untuk mengembangkan dan mengevaluasi sistem klasifikasi kekentalan cat berbasis citra digital menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN). Sistem dikembangkan secara iteratif menggunakan pendekatan prototyping, agar pengguna dapat melakukan uji langsung terhadap fungsionalitas dan performa sistem selama proses pengembangan berlangsung (Widiputra et al., 2021). Data dikumpulkan secara langsung dari proses uji tetesan cat di PT XYZ. Gambar diambil menggunakan kamera resolusi tinggi terhadap sampel tetesan cat duco dan sintetis yang telah diklasifikasikan ke dalam tiga kategori kekentalan: kental, sedang, dan cair. Penentuan label dilakukan secara manual oleh teknisi quality control berdasarkan viskositas aktual, untuk memastikan validitas anotasi data (Putri et al., n.d.)(Rismawandi et al., 2022). Setelah data dikumpulkan, dilakukan tahap preprocessing untuk mempersiapkan citra masuk ke dalam model CNN. Proses ini mencakup: Resize gambar ke dimensi seragam 128×128 piksel, Normalisasi nilai piksel ke rentang 0–1, Augmentasi data seperti rotasi, flipping horizontal, dan zoom untuk memperluas variasi dataset dan menghindari overfitting (Aisyah et al., 2019); (Han et al., 2019)

Model CNN dibangun menggunakan framework Keras dengan backend TensorFlow. Arsitektur CNN terdiri dari empat lapisan konvolusi bertingkat, dilengkapi dengan *activation function* ReLU dan *MaxPooling* pada setiap tahap. Setelah beberapa eksperimen awal, model dilatih selama 20 epoch dengan Adam optimizer dan fungsi loss categorical cross-entropy. Dataset dibagi menjadi data latih (80%) dan validasi (20%). Proses pelatihan dilakukan dalam lingkungan Google Colab menggunakan akselerasi GPU (Nurhikmat, 2018); (Muslem et al., 2024). Model dievaluasi menggunakan metrik: Akurasi, Precision, Recall, F1-score. Selain itu, dilakukan visualisasi kurva akurasi dan loss selama proses pelatihan untuk mendeteksi potensi overfitting dan underfitting. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kombinasi preprocessing dan augmentasi berhasil meningkatkan performa klasifikasi secara signifikan (Yadav & Jadhav, 2019); (Han et al., 2019). Model CNN yang telah dilatih disimpan dalam format .h5 dan diintegrasikan ke dalam sistem berbasis Flask, sebuah framework Python ringan untuk pengembangan aplikasi web. Aplikasi memungkinkan pengguna

mengunggah gambar tetesan cat dan memperoleh prediksi kekentalan secara real-time beserta confidence score sebagai dasar pengambilan keputusan produksi. Sistem dirancang agar mudah digunakan oleh operator QC di lingkungan industri (Aisyah et al., 2019; Zhang et al., 2022).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Data

Dataset gambar tetesan cat duco dan sintetis dikumpulkan langsung dari proses produksi PT XYZ. Pengambilan gambar dilakukan menggunakan kamera digital dengan pencahayaan terkontrol untuk memastikan konsistensi visual. Setiap gambar dikategorikan secara manual ke dalam tiga kelas kekentalan: kental, sedang, dan cair, berdasarkan standar visual internal perusahaan. Proses labeling dilakukan oleh tim Quality Control (QC) yang berpengalaman. Total sebanyak 900 gambar digunakan, masing-masing kategori terdiri dari jumlah yang seimbang, untuk memastikan distribusi yang representatif dalam pelatihan model CNN (Muslem et al., 2024) (Raycad, 2017).

3.2 Preprocessing Data

Citra diubah ukurannya menjadi 128×128 piksel, kemudian dilakukan normalisasi nilai piksel ke skala 0–1 menggunakan teknik rescaling. Tahap ini bertujuan mempercepat proses konvergensi selama pelatihan dan mengurangi pengaruh pencahayaan. Augmentasi data dilakukan dengan teknik rotasi acak, zoom, dan horizontal flipping, yang bertujuan meningkatkan keragaman dataset dan mengurangi risiko overfitting. Teknik ini terbukti efektif dalam meningkatkan akurasi model CNN pada pengenalan tekstur (Triano Nurhikmat, 2018; Guntur Wicaksono et al., 2018).

3.3 Pelatihan Model

Model CNN dibangun menggunakan framework Keras dengan backend TensorFlow, terdiri dari empat lapisan konvolusi bertingkat, diikuti oleh lapisan pooling dan fully connected. Model dilatih selama 25 epoch menggunakan Adam optimizer dan fungsi loss categorical cross-entropy, dengan split 80:20 antara data

latih dan validasi. Hasil pelatihan menunjukkan akurasi validasi sebesar 92.7%, dengan tren loss menurun secara konsisten. Kombinasi arsitektur modular dan augmentasi visual meningkatkan performa klasifikasi sistem terhadap variasi tetesan cat (Yadav & Jadhav, 2019);(Romzi & Kurniawan, 2020).

3.4 Evaluasi Model

Evaluasi dilakukan menggunakan empat metrik utama: Precision, Recall, F1-Score, dan Accuracy. Hasil klasifikasi untuk masing-masing kelas ditunjukkan dalam Tabel 3.1 berikut:

Tabel 1. Hasil Klasifikasi

Kelas			
Kental	93%	92%	92%
Sedang	91%	93%	92%
Cair	89%	87%	88%
Kelas	Precision	Recall	F1-Score

Precision mengukur seberapa akurat prediksi sistem terhadap setiap kelas. Nilai tinggi menunjukkan minimnya prediksi salah. Recall menunjukkan sensitivitas model dalam mendeteksi seluruh sampel dari kelas yang dimaksud. F1-Score merupakan rata-rata harmonis antara precision dan recall. Analisis Hasil Evaluasi Kelas “Sedang” memiliki nilai recall tertinggi (93%), mengindikasikan sistem sangat sensitif terhadap kategori ini. Kelas “Kental” menunjukkan precision tertinggi (93%), memperlihatkan sistem jarang salah dalam mengenali tetesan dengan viskositas tinggi. Kelas “Cair” memiliki performa terendah, disebabkan oleh kemiripan visual tekstur dengan kelas sedang, terutama pada distribusi tetesan yang tipis namun tidak menyebar penuh. Visualisasi confusion matrix menunjukkan sebagian besar kesalahan klasifikasi terjadi antara kelas "sedang" dan "cair", mendukung rekomendasi penelitian sebelumnya (Zhang et al., 2022);(Mawarni & Subali, 2022).

3.5 Pengembangan Sistem Berbasis Web

Model CNN yang telah dilatih diekspor dalam format .h5 dan diintegrasikan ke dalam antarmuka berbasis Flask. Sistem ini memungkinkan pengguna mengunggah citra tetesan cat melalui browser dan secara otomatis mengklasifikasikan tingkat kekentalan dengan confidence score visual. Pengujian sistem di lingkungan produksi PT XYZ menunjukkan bahwa waktu rata-rata pengecekan kekentalan dapat dipangkas hingga 65%, dibandingkan metode manual dengan viscometer konvensional. Hal ini membuktikan efektivitas integrasi deep learning dalam inspeksi visual industri secara real-time (Widiputra et al., 2021); (Benchawattananon et al., 2024);(Hinrichs et al., 2022).

IV. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem klasifikasi otomatis kekentalan cat menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) berbasis framework Keras. Sistem ini mampu mengenali gambar tetesan cat dan mengklasifikasikannya ke dalam tiga kategori utama: *kental*, *sedang*, dan *cair*, dengan akurasi validasi mencapai 92.7%. Proses preprocessing seperti normalisasi dan augmentasi data terbukti meningkatkan performa model, sedangkan penggunaan CNN mampu melakukan ekstraksi fitur visual secara mendalam. Evaluasi dengan metrik klasifikasi menunjukkan performa tinggi, terutama pada kategori *sedang*, dengan F1-score mencapai 92%. Sistem dikembangkan dalam antarmuka web yang mudah digunakan dan telah diuji secara langsung dalam lingkungan produksi PT XYZ. Hasilnya menunjukkan peningkatan efisiensi operasional dan akurasi evaluasi produk secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, S., Nainggolan, F. S., Simanjuntak, M., & Lubis, E. A. (2019). Aplikasi pencarian informasi kemasan makanan dari gambar teks di Android dengan metode deep convolutional neural network (DCNN). *Journal of Physics: Conference Series*, 1230(1), 12078. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1230/1/012078>

Benchawattananon, P., Siritariwat, A., Supnithi, P., Nishioka, M., Perwitasari, S.,

- Suthisopapan, P., & Kruesubthaworn, A. (2024). Automatic classification of spread-F types in ionogram images using support vector machine and convolutional neural network. *Earth, Planets and Space*, 76(1), 56.
- Han, S.-C., Zhan, Z.-H., Li, W., & Zhang, X.-Y. (2019). Recurrently exploiting co-saliency of target for part-based visual tracking. *EURASIP Journal on Advances in Signal Processing*, 2019(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s13634-019-0609-5>
- Hinrichs, R., Gerken, K., Lange, A., & Ostermann, J. (2022). Convolutional neural networks for the classification of guitar effects and extraction of the parameter settings of single and multi-guitar effects from instrument mixes. *EURASIP Journal on Audio, Speech, and Music Processing*, 2022(1), 1–25.
- Mawarni, A. H., & Subali, B. (2022). Pengembangan alat peraga viskositas berbasis mikrokontroler untuk meningkatkan penguasaan konsep fisika. *Unnes Physics Education Journal*, 11(1), 57–66. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej/article/view/58779/22230>
- Muslem, I. R., Johan, T. M., & Luthfi. (2024). *Klasifikasi citra ikan menggunakan algoritma convolutional neural network (CNN) dengan arsitektur VGG-16*. https://www.researchgate.net/publication/383986027_KLASIFIKASI_CITRA_IKAN_MENGGUNAKAN_ALGORITMA_CONVOLUTIONAL_NEURAL_NETWORK_CNN_DENGAN_ARSITEKTUR_VGG-16
- Nurhikmat, T. (2018). *Implementasi deep learning untuk image classification menggunakan algoritma convolutional neural network (CNN) pada citra wayang golek*. <https://dspace.uin.ac.id/handle/123456789/7843>
- Putri, M. K., Asshaumi, R. U., Rahmadani, N. F., Kurnia, S. I., Mayasari, S., Martatino, R., Prastowo, S. H. B., & Dewi, N. M. (n.d.). *Analisis nilai kecepatan terhadap viskositas pada fluida*. <https://e-journal.uniflor.ac.id/index.php/optika/article/download/3488/2469/15299>
- Raycad. (2017). *Convolutional Neural Network (CNN)*. <https://medium.com/@raycad.seedotech/convolutional-neural-network-cnn-8d1908c010ab>
- Rismawandi, R., Wijaya, I. G. P. S., & Nugraha, G. S. (2022). Implementasi metode convolutional neural network untuk pengenalan huruf aksara Sasak pada

- Android. *Jurnal Teknologi Informasi, Komputer Dan Aplikasinya (JTIKA)*, 4(1), 12–20. <https://jtika.if.unram.ac.id/index.php/JTIKA/article/view/132>
- Romzi, M., & Kurniawan, B. (2020). Pembelajaran pemrograman Python dengan pendekatan logika algoritma. *Jurnal Teknik Informatika Mahakarya*, 3(2). <https://journal.unmaha.ac.id/index.php/jtim/article/view/6>
- Wicaksono, G., Andryana, S., & Benrahman, B. (2020). Aplikasi pendeteksi penyakit pada daun tanaman apel dengan metode convolutional neural network. *Journal of Information Technology and Computer Science (JOINTECS)*, 5(1), 9–16. <https://doi.org/10.31328/jointecs.v5i1.1221>
- Widiputra, H., Mailangkay, A., & Gautama, E. (2021). Prediksi indeks BEI dengan ensemble convolutional neural network dan long short-term memory. *Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem Dan Teknologi Informasi)*, 5(3), 456–465. <https://doi.org/10.29207/resti.v5i3.3111>
- Yadav, S. S., & Jadhav, S. (2019). Deep convolutional neural network based medical image classification for disease diagnosis. *Journal of Big Data*, 6(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40537-019-0276-2>
- Zhang, L., Wang, Y., & Zhang, Y. (2022). The application of deep learning in bridge health monitoring: A literature review. *Advances in Bridge Engineering*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s43251-022-00078-7>