

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri cat di Indonesia mengalami pertumbuhan seiring dengan meningkatnya pembangunan di sektor konstruksi dan properti. Nilai pasar cat dan pelapis arsitektural di Indonesia mencapai 1,79 miliar USD pada tahun 2026 dan diperkirakan meningkat menjadi 2,11 miliar USD pada tahun 2031 dengan tingkat pertumbuhan tahunan gabungan sebesar 3,36% (Mordor Intelligence, 2026). Produk berbasis air juga menguasai 74,12% pasar cat dan pelapis arsitektural di Indonesia pada tahun 2025 (Mordor Intelligence, 2026). Perkembangan tersebut mendorong kebutuhan akan inovasi teknologi dalam produksi dan pengelolaan warna cat.

Konsistensi warna merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas produk cat. Perbedaan warna dalam satu *batch* produksi dapat menurunkan kepercayaan konsumen dan menyebabkan produk ditolak di pasaran (Lee dkk., 2024). Tampilan warna juga dapat dipengaruhi oleh pencahayaan, kondisi lingkungan, proses aplikasi, dan persepsi visual manusia. Oleh karena itu, pencapaian warna yang sesuai standar menjadi tantangan dalam proses produksi dan pencocokan warna cat.

Ketahanan tampilan cat selama penggunaan jangka panjang juga menjadi perhatian produsen dan konsumen. Beberapa produk cat menawarkan garansi hingga 18 tahun, seperti Mowilex Weathercoat Supreme (Mowilex Indonesia, 2021). Namun, garansi tersebut tidak berarti warna cat akan tetap sama persis selama masa penggunaan. Paparan sinar ultraviolet, perubahan suhu dan kelembapan, kondisi permukaan, serta proses aplikasi dapat memengaruhi tampilan lapisan cat (Zubielewicz dkk., 2026). Pada cat berbasis air, komposisi formulasi dan proses pembentukan lapisan juga dapat mengubah penyerapan, hamburan, dan refleksi cahaya setelah cat mengering (Arjmandi dkk., 2024; Chen dkk., 2023). Perubahan tersebut dapat menyebabkan warna atau katalog sehingga mempersulit pencocokan ketika dilakukan perbaikan atau pengecatan ulang.

Produsen cat umumnya menggunakan spektrofotometer dan ruang warna

CIELAB untuk mengukur warna secara numerik, sedangkan RGB digunakan untuk merepresentasikan warna pada citra digital (Datacolor, 2024). Pengukuran tersebut dapat memberikan informasi warna secara objektif, tetapi belum secara langsung menunjukkan kombinasi tinta dasar yang digunakan. Identifikasi tinta penyusun warna cat yang telah mengering masih bergantung pada pengalaman teknisi dan proses pencocokan berulang sehingga membutuhkan waktu serta berpotensi menghasilkan kombinasi yang tidak sesuai.

Perkembangan *computer vision* dan *deep learning* memungkinkan pola warna pada citra dianalisis secara lebih konsisten. Sejumlah penelitian telah menerapkan *multi-label classification* pada domain medis, batik, dan citra umum (Baltruschat dkk., 2019; Bariyah & Arif Rasyidi, 2021; Wang dkk., 2017). Namun, penerapannya untuk memprediksi jenis tinta dasar penyusun warna cat masih terbatas. Pendekatan *multi-label classification* diperlukan karena satu warna cat dapat dibentuk oleh lebih dari satu tinta dasar. Selain itu, sistem *inting* pada objek penelitian belum menyediakan fungsi *reverse tinting* untuk memperkirakan kembali kombinasi tinta berdasarkan warna yang telah terbentuk.

Pengembangan model *deep learning* dari awal umumnya membutuhkan data dalam jumlah besar, sedangkan penelitian ini menggunakan 488 citra warna katalog dengan sembilan label tinta dasar. Oleh karena itu, digunakan pendekatan *transfer learning* dengan memanfaatkan arsitektur *convolutional neural network* (CNN) pralatih ImageNet sebagai *backbone* ekstraksi fitur. Pendekatan ini memungkinkan penggunaan kembali pengetahuan visual yang telah dipelajari sehingga proses pelatihan tidak dimulai dari bobot acak serta dapat mengurangi kebutuhan data dan risiko *overfitting* (Zhuang dkk., 2020).

Citra katalog yang digunakan untuk mengembangkan model memiliki tampilan relatif seragam, sedangkan foto cat fisik dapat dipengaruhi oleh pencahayaan, karakteristik kamera, tekstur, refleksi, dan umur cat. Perbedaan tersebut dapat memengaruhi kemampuan generalisasi model. Oleh karena itu, model terpilih diuji menggunakan foto sampel cat dinding kering yang diambil menggunakan kamera DSLR dalam kondisi pencahayaan terkendali.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini menerapkan *multi-label image classification* berbasis *transfer learning* untuk memprediksi kombinasi

sembilan jenis tinta dasar penyusun warna cat. Empat arsitektur CNN pralatih dibandingkan untuk memperoleh model dengan performa terbaik. Model terpilih kemudian diterapkan pada aplikasi dan diuji menggunakan foto cat kering untuk mengetahui kemampuannya pada kondisi nyata. Sistem yang dikembangkan diharapkan dapat memberikan perkiraan awal kombinasi tinta dan membantu pakar dalam proses *reverse tinting*.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja model *transfer learning* dalam memprediksi kombinasi sembilan jenis tinta dasar dari citra warna katalog menggunakan pendekatan *multi-label image classification*?
2. *Backbone* manakah yang memberikan performa terbaik dalam memprediksi kombinasi tinta dasar menggunakan pendekatan *transfer learning*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Data yang digunakan dalam pengembangan model terdiri atas 488 citra warna katalog dengan sembilan label tinta dasar. Foto fisik tidak digunakan dalam proses pelatihan dan validasi model.
- 2) Pengujian model pada kondisi nyata menggunakan foto cat dinding kering berumur satu bulan hingga tiga tahun yang diambil dengan kamera DSLR dalam kondisi pencahayaan terkendali.
- 3) Model hanya memprediksi keberadaan sembilan jenis tinta dasar, yaitu RB1, RG1, RK1, RR1, RR2, RR3, RW1, RY1, dan RY2, tanpa memperkirakan proporsi atau takaran setiap tinta.
- 4) Penelitian dibatasi pada sistem *tinting* cat Propan Raya dan tidak mencakup merek maupun sistem *tinting* lainnya.
- 5) Model diimplementasikan dalam bentuk aplikasi berbasis web.

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, penelitian ini bertujuan

untuk mengembangkan dan mengevaluasi model *multi-label image classification* menggunakan pendekatan *transfer learning* dalam memprediksi kombinasi tinta dasar penyusun warna cat.

1.4.2 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- 1) Menjadi referensi bagi penelitian lanjutan dalam penerapan *transfer learning* pada *multi-label classification*, khususnya untuk identifikasi kombinasi tinta dalam industri cat.
- 2) Berpotensi mengurangi jumlah uji coba manual dalam proses pencocokan warna sehingga dapat membantu meningkatkan efisiensi waktu pengerjaan.
- 3) Memberikan alat bantu awal bagi operator toko cat dan teknisi dalam mengidentifikasi kandidat kombinasi tinta dasar pada proses *reverse tinting*.

1.5 Sistematika Penulisan

Bab 1 Pendahuluan

Bab ini memaparkan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini membahas teori dan penelitian terdahulu yang mendukung pengembangan model prediksi kombinasi tinta dasar.

Bab 3 Metodologi Penelitian

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian, mulai dari akuisisi dan *pre-processing* data, perancangan model, evaluasi, hingga implementasi sistem.

Bab 4 Eksperimen dan Analisis

Bab ini menyajikan proses eksperimen, analisis dan perbandingan kinerja model, pemilihan model terbaik, serta hasil pengujian sistem.

Bab 5 Penutup

Bab ini memuat kesimpulan penelitian dan saran untuk pengembangan selanjutnya.