

BAB VI

PENUTUP

6.1. Kesimpulan

Berdasarkan seluruh Rangkaian Hasil Penelitian, Pengujian Sistem, serta Analisis Pembahasan yang telah dieksekusi menggunakan metodologi *Scrum* pada perancangan sistem klasifikasi gambar fotografi dan *Artificial Intelligence* (AI), maka dapat ditarik beberapa kesimpulan utama sebagai berikut:

1. Keandalan Pelatihan Model Convolutional Neural Network (CNN):

Model algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) berbasis *Transfer Learning MobileNetV2* yang dilatih di lingkungan *Google Colab* terbukti sangat andal dalam mengenali dan mengklasifikasikan artefak visual mikro antara citra wajah fotografi nyata dengan rekayasa *deepfake* berbasis *Generative Adversarial Networks* (GAN/StyleGAN). Pada modul *AI Image Detector* (citra statis), model berhasil mencapai tingkat akurasi latih sebesar 85,15% dan akurasi validasi puncak sebesar 85,57% dengan nilai fungsi *Loss* sebesar 0,3306 yang terkunci secara optimal pada *Epoch 12* (*model_final.h5*). Sementara pada modul *Video Deepfake* (sekuensial bergerak), model berhasil mendeteksi anomali pergerakan wajah *frame-by-frame* dan mengunci bobot terbaik pada *Epoch 2* (*model_deepfake.h5*) dengan akurasi validasi sebesar 51,43% sebelum mengalami gejala *overfitting*. Di samping itu, integrasi algoritma *Explainable AI* (XAI) melalui *Gradient-weighted Class Activation Mapping* (Grad-CAM) berhasil menembus sifat *black-box* AI dengan merender peta panas (*heatmap*) gradien merah-kuning secara presisi di atas koordinat titik fokal manipulasi wajah.

2. Integrasi Arsitektur Hibrida pada Framework Laravel 12:

Integrasi antara model komputasi cerdas Python (Sisi Server) dengan platform antarmuka berbasis *web* menggunakan framework Laravel 12 (Sisi Klien) berhasil direalisasikan secara *seamless* tanpa memicu terjadinya kelumpuhan peladen (*server crash*) maupun *latency time* yang tinggi. Melalui skema mengeksekusi

perintah *shell* asinkron (*shell_exec*), Laravel mampu memanggil skrip Python CLI, melemparkan parameter berkas masukan, serta menangkap kembali kembalian data *clean string JSON* secara bersih. Sistem informasi ini sukses menyajikan antarmuka *User Dashboard* dan *Administrator Dashboard* yang dinamis berbasis *Chart.js*, mengotomatisasi penyimpanan log riwayat ke pangkalan data MySQL, menyediakan katup pengaman *Auto-Cleanup* 30 hari, serta memfasilitasi pengguna untuk melakukan pencetakan dokumen Laporan Forensik Digital secara instan ke format kertas A4 via fasad *@media print*.

3. Penerapan Metodologi Adaptive Scrum:

Penerapan kerangka kerja *Adaptive Scrum Model* (H. Maulana et al., 2026) terbukti sangat efektif dan adaptif dalam mengelola kompleksitas pembangunan sistem hibrida dua bahasa pemrograman yang berbeda. Pembagian beban kerja yang terdekomposisi secara terstruktur dari *Product Backlog* menuju 3 siklus kerja (*Sprint 1: Client-Side Foundation & UI*, *Sprint 2: Server-Side AI Model & CLI*, dan *Sprint 3: System Integration & Reporting*) dengan pendekatan estimasi jam kerja (*working-hour estimation*) menjadikan jadwal pengerjaan sangat terukur. Kehadiran peran spesifik seorang Analis yang memperbarui diagram UML (*Use Case*, *Activity*, *Sequence*, dan *Class Diagram*) secara dinamis melalui siklus *Client Validation Loop* berhasil memitigasi kendala teknis *shape mismatch* dan kesalahan perutean. Pengujian kelayakan akhir menggunakan metode *Black Box Testing* menunjukkan bahwa seluruh skenario uji yang dirancang berhasil dieksekusi secara valid dan memenuhi kriteria penerimaan fungsional, yang menandakan bahwa purwarupa sistem ini dinyatakan lulus uji teknis dan siap dioperasikan pada lingkungan peladen lokal (*localhost*).

6.2. Saran

Berdasarkan batasan-batasan masalah yang ditetapkan dalam penelitian ini, berikut adalah saran-saran ilmiah yang direkomendasikan untuk pengembangan sistem lebih lanjut di masa mendatang:

1. Pengembangan Objek Deteksi di Luar Area Wajah:

Mengingat perancangan sistem kecerdasan buatan ini difokuskan secara eksklusif pada identifikasi manipulasi area focal wajah (*face manipulation*) dan video *deepfake*, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas cakupan area deteksi hingga mampu mengenali manipulasi objek tubuh penuh (*full-body swap*), gestur fisik, maupun anomali biometrik suara.

2. Perluasan Variasi Dataset dan Arsitektur Generator:

Dikarenakan matriks model CNN dalam penelitian ini dilatih menggunakan dataset arsitektur GAN (khususnya varian StyleGAN dari Dataset 140k *Real and Fake Faces*), pengembangan berikutnya dapat memperkaya variasi data latih dengan menyertakan sampel dari generator GAN versi terbaru maupun arsitektur generator hibrida lainnya guna meningkatkan sensitivitas deteksi.

3. Akomodasi Citra Generatif Non-Wajah dan Diffusion Models:

Mengingat sistem ini belum ditujukan untuk mengidentifikasi citra seni generatif, pemandangan, objek non-wajah, atau citra manipulasi hasil *Diffusion Models* terkini (seperti Midjourney, DALL-E, atau Gemini), penelitian mendatang disarankan untuk melatih model *multi-class* yang dapat membedakan artefak visual dari berbagai jenis generator kecerdasan buatan modern tersebut.