

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi digital telah mendorong peningkatan kebutuhan terhadap video dengan kualitas visual tinggi, baik dari segi resolusi maupun kelancaran gerakan (*frame rate*). Namun, dalam implementasi nyata, terutama pada sistem pengawasan, drone, atau perangkat *Internet of Things* (IoT) seperti kamera ESP32-CAM, keterbatasan perangkat keras sering kali menyebabkan video yang dihasilkan memiliki resolusi rendah dan *frame rate* yang tidak konsisten. Kondisi ini mengakibatkan detail visual berkurang, gerakan tampak patah-patah, dan informasi yang dihasilkan menjadi kurang optimal untuk analisis lebih lanjut [1].

Sejumlah penelitian terdahulu telah mengembangkan berbagai metode untuk mengatasi masalah ini. Pada aspek peningkatan resolusi spasial, metode super resolusi berbasis pembelajaran dalam seperti EDSR (*Enhanced Deep Residual Networks*), dan VDSR (*Very Deep Super-Resolution*) telah banyak digunakan karena kemampuannya merekonstruksi detail gambar. Di sisi lain, peningkatan *frame rate* dilakukan melalui teknik interpolasi *frame*, seperti Super SloMo dan DAIN (*Depth-Aware Video Frame Interpolation*), yang dapat menghasilkan *frame* tambahan di antara dua *frame* asli.

Meskipun metode-metode tersebut memberikan hasil yang baik secara visual, sebagian besar memerlukan daya komputasi tinggi sehingga kurang cocok untuk dijalankan pada perangkat dengan spesifikasi terbatas. Oleh karena itu, pada penelitian ini dipilih kombinasi SRCNN (Super-Resolution Convolutional Neural Network) untuk super resolusi dan FILM (Frame Interpolation for Large Motion) untuk interpolasi *frame*. SRCNN dipilih karena memiliki arsitektur yang sederhana, efisien, dan terbukti memberikan peningkatan kualitas yang signifikan pada gambar beresolusi rendah. Sementara itu, FILM dipilih karena mampu menangani interpolasi pada pergerakan besar dengan kualitas visual yang lebih halus.

Untuk memastikan sistem dapat dijalankan pada perangkat dengan daya rendah, penelitian ini menggunakan Jetson Nano sebagai *platform* komputasi.

Jetson Nano dipilih karena memiliki dukungan GPU terintegrasi, efisiensi daya tinggi, serta kompatibilitas yang baik untuk implementasi model *deep learning* di sisi perangkat. ESP32-CAM digunakan sebagai sumber data karena ukurannya kecil, biaya rendah, serta dapat diakses secara langsung melalui jaringan. Dengan kombinasi ini, diharapkan sistem dapat meningkatkan kualitas visual dan kelancaran video pada perangkat terbatas.

1.2 Rumusan Masalah

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

1. Bagaimana metode super resolusi dapat dikembangkan untuk menghasilkan video dengan transisi gerakan yang halus sekaligus meningkatkan detail visual pada setiap *frame*?
2. Bagaimana mengembangkan algoritma interpolasi *frame* yang efisien secara komputasi dan dapat diterapkan pada perangkat dengan daya komputasi rendah, seperti mini PC?

1.3 Tujuan

Berikut adalah tujuan yang hendak dicapai dalam Tugas Akhir.

1. Menerapkan dan menguji model super resolusi untuk meningkatkan kualitas gambar hasil tangkapan kamera *low-cost*, menggunakan skala pembesaran tertentu.
2. Menerapkan algoritma interpolasi *frame* yang efisien secara komputasi, sehingga dapat diterapkan pada perangkat dengan daya komputasi rendah, seperti mini PC.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Manfaat hasil penelitian ini diharapkan dapat dirasakan dalam berbagai aspek, terutama di bidang pengolahan video digital. Dengan adanya metode super resolusi yang dikembangkan, video dengan kualitas rendah dapat ditingkatkan baik dari segi

frame rate maupun resolusinya, sehingga menghasilkan video dengan transisi gerakan yang lebih halus dan detail visual yang lebih baik. Hal ini sangat berguna dalam aplikasi seperti pengawasan keamanan, di mana video dengan kualitas tinggi dapat membantu dalam identifikasi objek atau aktivitas secara lebih akurat.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Jenis input resolusi maksimal 1280x720 piksel.
2. Arsitektur model menggunakan model *pre-trained* seperti SRCNN atau model Interpolasi yang relevan.
3. Penelitian hanya difokuskan pada video kategori tertentu, seperti video pengawasan keamanan atau perekaman dari kamera *low-cost* seperti ESP32-Cam, yang memiliki karakteristik *frame rate* dan resolusi rendah.
4. Fokus utama penelitian adalah pada peningkatan kualitas visual tanpa melibatkan elemen non-visual seperti suara.

1.6 Metode Penelitian

Metode Penelitian yang akan digunakan dalam tugas akhir ini meliputi :

1. Studi Literatur : Melakukan kajian mendalam terhadap penelitian-penelitian sebelumnya mengenai metode interpolasi *frame* dan super resolusi berbasis jaringan syaraf tiruan. Studi ini mencakup model-model seperti SRCNN, dan Model Frame Interpolation for Large Motion.
2. Pengukuran Empirik : Melakukan pengukuran empiris pada video dengan *frame rate* rendah dan resolusi rendah menggunakan perangkat ESP32-Cam yang dikonfigurasi pada berbagai resolusi (176×144, 240×176, 320×240 piksel). Pengukuran ini mencakup parameter baseline seperti *frame rate* awal yang diukur melalui ekstraksi jumlah *frame* per detik, resolusi spasial dalam satuan piksel, serta kualitas visual menggunakan metrik PSNR sebagai acuan dasar perbandingan.
3. Analisis Statistik : Menganalisis data hasil pengukuran melalui pendekatan

kuantitatif menentukan hubungan antara parameter *frame rate*, resolusi, dan kualitas visual. Analisis kuantitatif dilakukan dengan menghitung nilai PSNR untuk setiap frame hasil super resolusi dibandingkan dengan metode *bicubic* standar, serta menganalisis korelasi antara kompleksitas model SRCNN (915/935/955) dengan tingkat peningkatan kualitas visual. Efisiensi komputasi dievaluasi dengan mengukur waktu inferensi pada berbagai skala pembesaran ($\times 2$, $\times 3$, $\times 4$) dan kompleksitas model.

4. Perancangan dan Implementasi : Merancang sistem yang diimplementasikan ke Jetson Nano untuk menjalankan model super resolusi dan model interpolasi.
5. Validasi Data Hasil Implementasi : Hasil video diuji terhadap dengan analisis kualitas menggunakan metrik PSNR.

1.7 Proyeksi Pengguna

Target pengguna yang dapat memanfaatkan hasil penelitian ini sebagai berikut.

1. Masyarakat umum yang tertarik pada pengolahan citra digital dan perkembangan kecerdasan buatan. Serta dapat menikmati hasil dari kualitas video yang meningkat.
2. Peneliti atau akademisi di bidang teknologi visual dan kecerdasan buatan yang ingin mengembangkan lebih lanjut.