

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem klasifikasi uang kertas Rupiah untuk penyandang tunanetra menggunakan ESP32-CAM, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang berhasil mengintegrasikan perangkat keras seperti ESP32-CAM, buzzer, dan sumber daya, serta perangkat lunak berbasis model MobileNetv2 dari Edge Impulse secara optimal. Sistem ini mampu melakukan klasifikasi uang secara otomatis dan memberikan output suara sebagai umpan balik.

Hasil uji fungsionalitas menunjukkan bahwa seluruh komponen sistem, termasuk kamera, proses klasifikasi, dan buzzer, bekerja dengan baik dan stabil dalam kondisi operasional minimal selama 30 menit tanpa gangguan. Uji akurasi klasifikasi terhadap tujuh nominal uang menunjukkan hasil yang sangat baik, dengan rata-rata akurasi sebesar 95% untuk kondisi uang yang baik dan 90,71% untuk kondisi uang yang kurang baik.

Hal ini membuktikan bahwa sistem cukup andal untuk digunakan dalam kondisi nyata. Selain itu, waktu deteksi total berkisar antara 4 hingga 7 detik, menandakan bahwa sistem bekerja dalam waktu hampir nyata (near real-time) dan cukup cepat untuk digunakan dalam aplikasi sehari-hari bagi tunanetra. Berdasarkan seluruh pengujian, sistem ini dinilai layak dijadikan alat bantu dalam proses transaksi keuangan bagi penyandang tunanetra. Namun, mengingat keterbatasan ESP32-CAM, sistem ini hanya dapat mengklasifikasikan uang pada satu sisi saja. Oleh karena itu, sistem ini lebih tepat dijadikan sebagai referensi awal atau landasan untuk pengembangan penelitian dan sistem serupa di masa mendatang.

5.2 Saran

Dalam proses pengembangan dan implementasi sistem klasifikasi uang kertas ini, terdapat beberapa kendala teknis dan keterbatasan perangkat yang perlu

diperhatikan. Oleh karena itu, beberapa saran berikut dapat dipertimbangkan untuk pengembangan lebih lanjut.

Pertama, disarankan menambahkan sistem suara berbasis text-to-speech (TTS) agar lebih informatif dan ramah pengguna, khususnya bagi tunanetra. Modul audio seperti DFPlayer Mini atau integrasi TTS dapat digunakan untuk menyebutkan nominal uang secara verbal, bukan hanya melalui suara buzzer, guna memberikan informasi yang lebih jelas.

Kedua, penggunaan Raspberry Pi seperti Raspberry Pi Zero atau Pi 4 dapat menjadi alternatif platform yang lebih kuat dibandingkan ESP32-CAM. Dengan prosesor dan kapasitas memori yang lebih besar, Raspberry Pi memungkinkan penerapan model machine learning yang lebih kompleks, kamera berkualitas tinggi, serta dukungan TTS secara langsung, sehingga sistem menjadi lebih akurat dan fleksibel.

Ketiga, sistem perlu diuji lebih luas di berbagai kondisi nyata, seperti uang yang terlipat, kotor, atau rusak, serta dalam pencahayaan alami maupun buatan. Ini penting untuk memastikan keandalan sistem dalam penggunaan sehari-hari.

Keempat, untuk meningkatkan akurasi klasifikasi terhadap uang kertas yang memiliki banyak warna dan detail, disarankan penggunaan model machine learning yang lebih canggih dan khusus, seperti arsitektur EfficientNet atau model yang dilatih dengan teknik augmentasi warna tinggi agar lebih adaptif terhadap variasi desain uang kertas.