

BAB V **PENUTUP**

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian serta pengujian Sistem Peringatan Dini Bahaya Untuk Pengendara Sepeda Menggunakan Sensor Radar dan Kalman Filter, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem berhasil dikembangkan dengan menggunakan dua jenis sensor radar yang berbeda untuk mengatasi keterbatasan pembacaan. Sensor HLK-LD2450 berfungsi optimal untuk mendeteksi jarak objek sedangkan sensor HLK-LD2451 digunakan khusus untuk mendeteksi kecepatan objek di belakang pengendara sepeda.
2. Sistem memiliki tingkat akurasi yang tinggi dalam pengukuran jarak dengan rata-rata error sebesar 1,09%. Pengukuran kecepatan objek memiliki rata-rata error sebesar 3,81% Kedua hasil ini memenuhi spesifikasi yang ditetapkan yaitu memiliki error di bawah 5%.
3. Sistem mampu memberikan peringatan suara melalui buzzer dengan rentang intensitas ditetapkan yaitu 60-90 dB. Pada kondisi "Waspada", intensitas suara berkisar antara 63,2 dB - 68,3 dB, sedangkan pada kondisi "Bahaya" mencapai 74,1 dB - 77,6 dB, sehingga peringatan dapat terdengar jelas oleh pengendara.
4. Sistem dapat bekerja secara *real-time*. Total latensi dari deteksi hingga munculnya peringatan berada pada rentang 7 ms hingga 39 ms, jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan yaitu kurang dari 1 detik.
5. Penerapan algoritma Kalman Filter dengan konfigurasi parameter noise pengukuran ($R = 1.0$) dan noise proses ($Q = 1.0$) terbukti efektif meredam fluktuasi data kecepatan pada sensor. Algoritma ini mampu meningkatkan akurasi pembacaan hingga 18,2%.
6. Penerapan algoritma Kalman Filter dengan konfigurasi parameter noise pengukuran ($R = 0.5$) dan noise proses ($Q = 0.5$) terbukti efektif meredam fluktuasi data jarak pada sensor. Algoritma ini memiliki rata-rata erro sebesar 1.09%.

7. Masalah interferensi sinyal antar kedua sensor radar berhasil diatasi dengan menetapkan jarak penempatan antar sensor sebesar 11 cm pada desain casing modul deteksi yang menjamin kestabilan pembacaan data.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem, berikut adalah beberapa saran yang dapat dijadikan pertimbangan untuk pengembangan sistem lebih lanjut:

1. Dimensi casing modul deteksi saat ini cukup besar karena harus memisahkan dua sensor radar dengan jarak 11 cm untuk menghindari interferensi. Pengembangan selanjutnya disarankan menggunakan satu modul radar yang mampu membaca jarak dan kecepatan secara akurat sekaligus sehingga ukuran perangkat dapat diperkecil.
2. Perangkat saat ini menggunakan baterai Li-Po tanpa indikator level daya. Disarankan untuk menambahkan fitur monitoring daya baterai serta dapat memberikan peringatan ketika daya baterai hampir habis, agar pengguna tidak kehilangan fungsi keselamatan di tengah perjalanan.

