

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem pengawasan (*surveillance*) menjadi semakin penting dalam berbagai aplikasi, terutama untuk pelacakan manusia pada fasilitas publik area *outdoor*. Salah satu perannya adalah dalam *crowd management*, yakni memantau dan menganalisis pergerakan massa secara *realtime* untuk mendukung keamanan dan keselamatan publik [1]. Saat ini, terdapat berbagai teknologi yang digunakan untuk sistem pengawasan, salah satunya adalah teknologi radar, khususnya radar FMCW. Teknologi radar *Frequency Modulated Continuous Wave* (FMCW) telah berkembang sebagai solusi karena mampu mendeteksi, melacak, dan mengidentifikasi objek dengan presisi tinggi melalui pantulan gelombang elektromagnetik [2], [3]. Radar FMCW memiliki keunggulan signifikan, termasuk kemampuan beroperasi dalam berbagai kondisi lingkungan yang kompleks serta menghasilkan data posisi, kecepatan, dan arah pergerakan secara akurat. Dengan keunggulan ini, radar FMCW menjadi pilihan ideal untuk mendukung sistem pengawasan modern yang membutuhkan keandalan tinggi dan kemampuan adaptasi terhadap berbagai situasi [4], [5].

Namun, penerapan radar FMCW untuk *human tracking* di lingkungan nyata tidak terlepas dari berbagai tantangan teknis. Salah satu kendala utama adalah *ghost target*, yaitu sinyal palsu yang dihasilkan oleh pantulan *multipath*, yang dapat menyebabkan kesalahan deteksi [2]. Selain itu, pelacakan target sering kali terganggu oleh *occlusion* dan *noise*, yang mengurangi keakuratan dan keandalan sistem [6]. Tantangan ini memerlukan pendekatan yang lebih inovatif untuk memastikan sistem pengawasan dapat memisahkan target nyata dari gangguan lingkungan serta melacak pergerakan manusia secara konsisten dan *realtime* [7].

Untuk mengatasi kendala tersebut, implementasi algoritma DBSCAN dan Extended Kalman Filter guna meningkatkan performa sistem pengawasan berbasis radar FMCW. Algoritma DBSCAN digunakan untuk mengelompokkan data pantulan radar berdasarkan densitas, yang memungkinkan pemisahan target nyata dari *noise* dan eliminasi *ghost target* [8]. Sementara itu, Extended Kalman Filter diterapkan untuk memperbaiki estimasi posisi serta prediksi lintasan target,

sehingga memastikan pelacakan tetap akurat meskipun terjadi *occlusion* atau hilangnya data sementara [5]. Kombinasi kedua algoritma ini memungkinkan mengatasi berbagai tantangan teknis dalam implementasi radar FMCW pada sistem *human tracking*.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *human tracking* berbasis radar FMCW dengan memanfaatkan integrasi DBSCAN dan Extended Kalman Filter. Sistem ini dirancang untuk mendeteksi dan melacak target manusia secara *realtime*. Dengan pendekatan ini, sistem yang dihasilkan tidak hanya meningkatkan keandalan dan efisiensi, tetapi juga mampu beradaptasi dengan kebutuhan pengawasan modern. Implementasi sistem ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pengembangan teknologi *surveillance* khususnya pada *outdoor environment* berbasis radar yang lebih canggih.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, rumusan masalah yang dapat diidentifikasi adalah:

- 1) Bagaimana mengimplementasikan algoritma *tracking* untuk target manusia secara efektif pada radar FMCW?
- 2) Bagaimana merancang sistem pengawasan manusia yang optimal untuk *outdoor environment* dengan memanfaatkan teknologi radar FMCW?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Mengimplementasikan algoritma *tracking* untuk target manusia secara efektif pada radar FMCW dan menerapkan algoritma *machine learning* berbasis *clustering* guna meningkatkan keandalan dalam melacak manusia.
- 2) Merancang sistem pengawasan manusia yang optimal untuk *outdoor environment* dengan memanfaatkan teknologi radar FMCW.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Hasil penelitian ini dapat meningkatkan keandalan sistem pengawasan manusia di berbagai kondisi lingkungan. Radar FMCW memiliki kemampuan untuk beroperasi dalam kondisi pencahayaan minim dan terdapat *occlusion*, sehingga dianggap lebih efektif dibandingkan teknologi pemantauan berbasis kamera.

1.5 Batasan Masalah

- 1) Penelitian ini hanya memfokuskan pada penggunaan radar FMCW untuk pelacakan manusia.
- 2) Radar FMCW diaplikasikan secara eksklusif untuk sistem pengawasan pada *outdoor environment*.
- 3) Pembuatan radar itu sendiri tidak menjadi bagian dari ruang lingkup penelitian ini.
- 4) Data yang digunakan untuk pelacakan manusia merupakan 3D *point cloud* yang dihasilkan oleh radar FMCW, tanpa melibatkan data visual seperti foto atau video.
- 5) Jarak antara radar dengan target manusia dipertimbangkan hingga sekitar 50meter dan dengan sudut *azimuth* 120 derajat.
- 6) Maksimal pendeteksian adalah 2 individu.

1.6 Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan dalam menyelesaikan Tugas Akhir antara lain:

- 1) Studi literatur
Tahap ini melibatkan pencarian dan analisis literatur yang relevan terkait teknologi radar FMCW dan aplikasinya dalam sistem pelacakan manusia. Fokus utama adalah memahami prinsip kerja radar, algoritma pemrosesan sinyal, dan studi kasus sebelumnya. Hasil studi ini digunakan sebagai landasan teori dalam merancang dan mengembangkan sistem.
- 2) Pengukuran empirik
Pengukuran dilakukan untuk mengumpulkan data sinyal radar yang dipantulkan dari target manusia di lingkungan pengujian. Data tersebut mencakup informasi jarak, kecepatan, dan karakteristik sinyal pantulan. Proses ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola sinyal yang dapat digunakan dalam sistem pelacakan.
- 3) Analisis statistik
Data hasil pengukuran dianalisis untuk menemukan pola atau hubungan antara sinyal yang diterima dan parameter target, seperti jarak atau pergerakan. Pendekatan statistik digunakan untuk mengevaluasi keakuratan

dan keandalan data. Hasil analisis ini menjadi dasar untuk menyempurnakan algoritma pemrosesan sinyal.

4) Simulasi

Sistem radar FMCW disimulasikan menggunakan perangkat lunak untuk menguji kinerjanya dalam berbagai skenario, seperti lingkungan dengan banyak target atau gangguan. Simulasi memungkinkan evaluasi awal dari desain sistem sebelum implementasi. Proses ini membantu mengidentifikasi dan memperbaiki kelemahan yang mungkin ada dalam sistem.

5) Perancangan

Tahap ini mencakup pengembangan perangkat keras radar dan algoritma perangkat lunak untuk pelacakan manusia. Desain perangkat keras fokus pada antena, modul pengolah sinyal, dan konfigurasi sistem. Sementara itu, perangkat lunak dirancang untuk mendukung deteksi, pelacakan, dan analisis data secara real-time.

6) Implementasi

Sistem yang dirancang diterapkan di lingkungan nyata untuk menguji performa, seperti akurasi pelacakan dan ketahanan terhadap gangguan. Data hasil implementasi dibandingkan dengan hasil simulasi untuk memastikan kesesuaian. Tahap ini juga mencakup pengujian ulang jika diperlukan untuk meningkatkan keandalan sistem.

7) Diseminasi Hasil Penelitian

Diseminasi hasil penelitian dilakukan dengan pembuatan buku Tugas Akhir dan publikasi jurnal yang relevan.

1.7 Target Pengguna

1) Instansi Keamanan Publik

Sistem radar FMCW dapat dimanfaatkan oleh pemerintah untuk memantau pergerakan manusia secara real-time di ruang publik, seperti taman, stasiun, atau wilayah dengan risiko tinggi, guna meningkatkan keamanan dan mencegah tindakan kriminal. Teknologi ini juga dapat diterapkan untuk pengawasan area strategis, seperti perbatasan atau fasilitas vital, dengan tingkat akurasi yang tinggi.

2) Akademisi

Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan teknologi radar, khususnya dalam algoritma pelacakan dan pemrosesan sinyal untuk deteksi manusia. Radar FMCW juga membuka peluang penelitian lebih lanjut di bidang keamanan, pemrosesan sinyal, dan penerapan kecerdasan buatan dalam sistem pengawasan.

3) Industri

Teknologi radar FMCW memiliki potensi untuk diadopsi oleh industri yang bergerak di bidang keamanan atau otomasi, khususnya dalam penyediaan solusi pemantauan yang canggih untuk kebutuhan publik maupun privat. Selain itu, teknologi ini dapat diterapkan dalam sektor industri keamanan rumah dan fasilitas komersial sebagai bagian dari sistem pengawasan modern.