

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Operasi penjinakan bom merupakan kegiatan berisiko tinggi yang menuntut ketelitian, kecepatan, dan keselamatan dalam pelaksanaannya. Hal tersebut tak terhindarkan karena jika hanya mengandalkan kehadiran langsung petugas di lapangan, sangat mungkin terjadi kesalahan dalam pengambilan keputusan dan penanganan objek berbahaya. Hal ini bisa terjadi karena unjuk kerja manusia dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti faktor fisik dan juga faktor psikis. Faktor fisik misalnya jika dalam kondisi lelah maka respons petugas akan melambat. Faktor psikis misalnya jika dalam keadaan tertekan atau cemas maka konsentrasi kerja akan terganggu [1].

Hal tersebut akan berdampak pada keselamatan personel dan efektivitas operasi, oleh karena itu diperlukan alat bantu yang dapat meminimalkan keterlibatan langsung petugas di lokasi objek berbahaya. Salah satu aspek yang sangat krusial dalam operasi penjinakan bom adalah komunikasi dan observasi secara waktu nyata. Untuk itu diperlukan sebuah sistem yang mampu mengirimkan data video dan audio secara langsung agar petugas dan tim pengendali dapat berkoordinasi tanpa harus berada di lokasi yang sama [2].

Penelitian ini mengembangkan sistem komunikasi dua arah dan video streaming waktu nyata berbasis Raspberry Pi 4 Model B yang ditujukan untuk mendukung kegiatan operasi penjinakan bom. Sistem ini dirancang agar mampu mengirimkan dan menerima data audio serta visual secara langsung, dengan memanfaatkan modul kamera dan mikrofon yang terintegrasi dengan protokol komunikasi berbasis UDP. Perangkat lunak GStreamer dan Netcat digunakan sebagai alat bantu transmisi untuk memastikan proses komunikasi berjalan secara simultan dan responsif.

Dengan pendekatan ini, sistem tidak hanya menggantikan metode observasi dan komunikasi langsung yang berisiko tinggi, tetapi juga memberikan dukungan bagi personel keamanan untuk meningkatkan efektivitas koordinasi dalam situasi kritis. Teknologi ini diharapkan dapat diterapkan secara luas, terutama oleh instansi militer atau penegak hukum yang membutuhkan solusi komunikasi dan pengawasan jarak jauh yang andal. Integrasi sistem bantu berbasis Raspberry Pi ini diyakini mampu mendorong keselamatan dan akurasi dalam operasi lapangan melalui komunikasi waktu nyata yang efisien dan adaptif.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem komunikasi dua arah dan video streaming secara real-time?
2. Bagaimana Raspberry Pi dapat diimplementasikan sebagai media komunikasi audio dan video yang portabel?
3. Bagaimana sistem dapat memastikan transmisi data audio dan video berlangsung stabil dengan latensi rendah menggunakan jaringan lokal tanpa internet

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan merancang sistem komunikasi dua arah dan video streaming waktu nyata yang dapat digunakan dalam mendukung operasi penjinakan bom secara lebih aman dan efisien. Secara khusus, tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang sistem komunikasi audio dua arah menggunakan Raspberry Pi dan perangkat lunak Netcat.
2. Membangun sistem video streaming real-time dengan modul kamera Raspberry Pi yang ditransmisikan melalui jaringan lokal.
3. Menerapkan protokol komunikasi berbasis UDP untuk memastikan transmisi data berjalan cepat dan minim delay.
4. Menguji performa sistem dalam skenario simulasi operasi lapangan sebagai media komunikasi jarak jauh yang aman dan responsif.

1.4 Batasan Masalah

Untuk menghindari cakupan penelitian yang terlalu luas dan menjaga fokus pembahasan, penelitian ini dibatasi pada beberapa hal berikut:

1. Sistem hanya diuji pada jaringan lokal (Wi-Fi Direct atau hotspot tanpa akses internet).
2. Audio diambil dan diputar menggunakan mikrofon dan speaker/headset eksternal melalui port USB dan jack 3.5mm.
3. Video hanya dikirim dari Raspberry Pi pengamat ke Raspberry Pi penerima menggunakan resolusi 1280×720 piksel dengan frame rate 15 FPS.
4. Tidak dilakukan integrasi langsung dengan sistem pengendali atau aktuator bom, hanya sebatas komunikasi dan pengamatan visual.

1.5 Jadwal Pengerjaan

Tabel 1. 1 Jadwal Pengerjaan

No.	Deskripsi	Februari				Maret				April				Mei			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Analisa																
2	Perancangan																
3	Implementasi																
4	Pengujian																
5	Penelitian																

Tabel 1.1 menunjukkan jadwal pelaksanaan Tugas Akhir yang mencakup tahapan analisa, perancangan, implementasi, pengujian, dan penelitian. Warna biru pada tabel menandai waktu pelaksanaan setiap kegiatan untuk mempermudah pemahaman alur kerja. Jadwal ini disusun agar proses berjalan teratur dan selesai tepat waktu.

1. Analisa

Tahap awal dalam pelaksanaan proyek ini adalah melakukan analisa untuk memahami kebutuhan sistem komunikasi dua arah dan video streaming secara menyeluruh. Analisa dilakukan dengan mengkaji berbagai referensi seperti jurnal, dokumentasi perangkat keras dan perangkat lunak, serta studi kasus yang relevan terkait sistem komunikasi real-time berbasis Raspberry Pi. Tujuannya adalah untuk memperoleh dasar teknis dalam memilih protokol transmisi, metode pengiriman audio-video, serta identifikasi komponen utama seperti kamera, mikrofon, speaker, dan modul WiFi yang sesuai. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan analisis terhadap kemungkinan kendala teknis seperti keterbatasan bandwidth, latensi jaringan, dan integrasi perangkat keras.

2. Perancangan

Tahap ini berfokus pada perancangan sistem komunikasi yang akan diimplementasikan. Proses perancangan meliputi pembuatan diagram blok sistem, skema koneksi perangkat keras, serta pemilihan metode transmisi data audio dan video. Pada tahap ini ditentukan konfigurasi komunikasi audio dua arah menggunakan arecord, aplay, dan Netcat, serta konfigurasi video streaming dengan libcamera-vid dan GStreamer. Selain itu, dilakukan penyesuaian resolusi video, bitrate, serta pengaturan port dan protokol agar sistem dapat berjalan

secara efisien dan stabil. Perancangan ini juga mencakup pengujian awal terhadap alur komunikasi untuk memastikan kompatibilitas antara perangkat input dan output.

3. Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses penerapan rancangan sistem ke dalam bentuk nyata. Setiap komponen yang telah dirancang mulai dirakit dan dikonfigurasi, termasuk Raspberry Pi, kamera, mikrofon USB, dan speaker. Sistem diatur agar Raspberry Pi 1 mengirimkan video dan audio ke Raspberry Pi 2, dan Raspberry Pi 2 mengirimkan audio kembali ke Raspberry Pi 1 secara waktu nyata. Implementasi mencakup pembuatan script shell untuk menjalankan komunikasi dua arah secara paralel, instalasi library pendukung, dan konfigurasi jaringan WiFi peer-to-peer agar sistem dapat berjalan tanpa ketergantungan pada internet. Seluruh komponen diuji secara bertahap hingga dapat berfungsi secara terpadu.

4. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk mengevaluasi performa sistem yang telah diimplementasikan. Sistem diuji dalam kondisi nyata dengan skenario simulasi operasi penjinakan bom. Fokus pengujian mencakup kualitas audio dua arah (jelas, sinkron, minim delay), kualitas video (resolusi, kelancaran frame, latency), serta kestabilan koneksi antar Raspberry Pi dalam berbagai jarak. Pengujian juga dilakukan untuk melihat respons sistem terhadap gangguan jaringan, serta efektivitas sistem dalam memberikan komunikasi real-time antar dua titik. Hasil pengujian digunakan untuk mengukur sejauh mana sistem mampu memenuhi spesifikasi yang telah dirancang.

5. Penelitian

Penelitian dilakukan sebagai bentuk eksplorasi dan pengujian solusi terhadap permasalahan komunikasi jarak jauh dalam konteks operasi berisiko tinggi seperti penjinakan bom. Kegiatan penelitian meliputi studi literatur, eksplorasi perangkat keras, eksperimen langsung dengan sistem komunikasi dua arah, serta dokumentasi hasil pengujian. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji efektivitas sistem yang dibangun dalam menghadirkan komunikasi audio dan video secara real-time, serta melihat potensi implementasi sistem ini di dunia nyata. Penelitian ini juga menghasilkan data-data performa yang akan dianalisis untuk pengembangan sistem ke tahap lebih lanjut atau integrasi dengan sistem keamanan lainnya.