

## SISTEM TRACKING VISUAL MOBILE ROBOT BERBASIS TUNNELING SERVER

Sahbuddin Abdul Kadir<sup>1)</sup>, Mardhiyah Nas<sup>2)</sup>, dan Muh. Fajri Raharjo<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Elektro, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan KM.10  
Tamalanrea, Makassar, 90245

E-mail: sahbuddin.ak@poliupg.ac.id

### Abstract

Several professions require human interaction in dangerous work environments such as environments contaminated with radioactive elements or containing toxic gases, mining underground spaces, underwater exploration or places that have never been and are difficult for humans to reach. In order to reduce the risk of accidents, a tool is needed that can replace human interaction at these locations and provide information from a location to monitoring stations. One solution to the problem above is to develop an unmanned vehicle for surveillance purposes in the form of a mobile robot equipped with wireless visual devices. In this research, a tunneling webserver based mobile robot visual tracking system was designed. This system uses an ESP32-CAM microcontroller with a WiFi device as a wireless interface. ESP32-CAM is used to record the surrounding conditions according to the direction of movement of the mobile robot. The recording results are displayed on a webserver in real time which can be accessed via the internet after going through the tunneling process. This tunneling system will allow visual control to be monitored using the internet network. The research results show that visual webserver access with a local network has an average delay of 2.51 ms and packet loss of 0.013%. Meanwhile, when accessing via a tunneling server, there is an average delay of 3.10 ms and packet loss of 0.018%.

**Keywords:** *tracking, visual, mobile, robot, tunneling, server*

### Abstrak

Beberapa profesi menuntut interaksi manusia pada lingkungan kerja yang berbahaya seperti lingkungan yang tercemar unsur radioaktif atau mengandung gas beracun, ruang bawah tanah pertambangan, penjelajahan bawah air ataupun tempat yang belum pernah dan sulit dijangkau oleh manusia. Dalam rangka mengurangi resiko kecelakaan, diperlukan suatu alat yang dapat menggantikan interaksi manusia pada lokasi-lokasi tersebut dan memberikan informasi dari suatu lokasi ke stasiun pemantau. Salah satu solusi permasalahan di atas adalah dengan mengembangkan unmanned vehicle untuk keperluan surveillance dalam bentuk mobile robot yang dilengkapi perangkat visual nirkabel. Pada penelitian ini dirancang suatu sistem tracking visual mobile robot berbasis tunneling webserver. Sistem ini menggunakan mikrokontroler ESP32-CAM dengan perangkat wifi sebagai interface nirkabel. ESP32-CAM digunakan untuk merekam keadaan di sekitarnya sesuai dengan arah pergerakan robot mobile. Hasil rekaman tersebut ditampilkan pada sebuah webserver secara real time yang dapat diakses melalui internet setelah memalui proses tunneling. Sistem tunneling ini akan membuat kendali visual dapat dipantau menggunakan jaringan internet. Hasil penelitian ini menunjukkan akses visual server dengan jaringan lokal terdapat delay rata-rata sebesar 2,51 ms dan packet loss 0,013%. Sedangkan akses melalui tunneling server terjadi delay rata-rata 3,10 ms dan packet loss 0,018%.

**Kata Kunci:** *tracking, visual, mobile, robot, tunneling, server*

## **PENDAHULUAN**

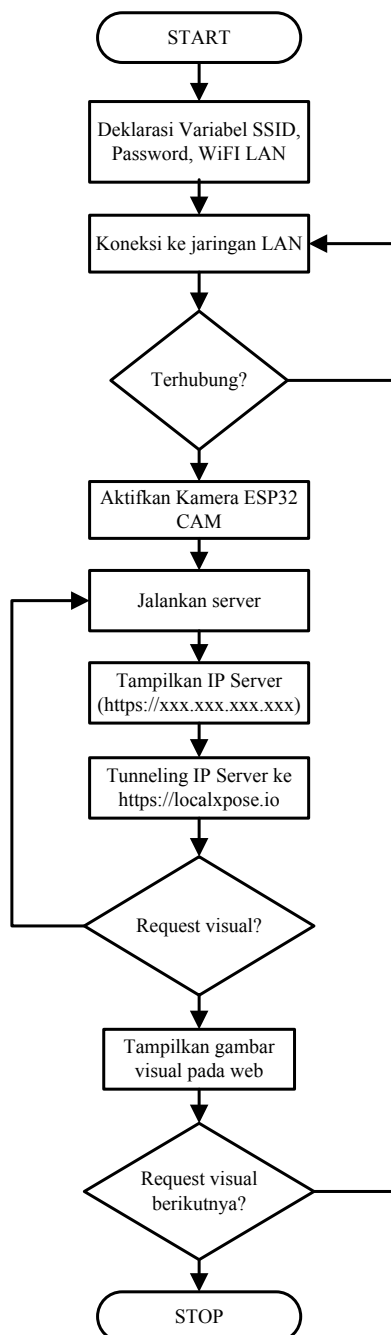
Robot adalah peralatan elektro-mekanik atau bio-mekanik, atau gabungan peralatan yang menghasilkan gerakan otonomi maupun berdasarkan gerakan yang diinstruksikan (Kalsum 2013). Instruksi-instruksi gerakan terlebih dahulu didefinisikan dalam bentuk runtun program yang diintegrasikan pada sebuah prosesor atau mikrokontroler sebagai pusat kendali. Istilah robot berawal bahasa Ceko “robota” yang berarti pekerja yang tidak mengenal lelah atau bosan. Robot yang dilengkapi dengan peralatan komunikasi dimungkinkan untuk dikendalikan dari jarak jauh serta memungkinkan untuk melakukan pengiriman informasi (Rahmani, 2015) dari suatu lokasi ke pusat pengendali atau pemantau. Dengan peralatan komunikasi ini, maka pergerakan robot dapat langsung dideteksi dan dikendalikan secara visual melalui kamera yang diintegrasikan. Cara ini dikenal sebagai pengendalian robot menggunakan remote control, baik secara nirkabel maupun menggunakan kabel.

Pada penelitian ini didesain sistem tracking visual mobile robot menggunakan mikrokontroler dan sensor kamera untuk mengendalikan pergerakan robot dari jarak jauh dan mengidentifikasi keadaan di sekelilingnya dalam bentuk visual. Visualisasi keadaan di sekelilingnya akan ditampilkan pada sebuah webserver secara real time. Tracking visual akan dilakukan dengan sistem tunneling sehingga dapat diakses melalui jaringan internet menggunakan smartphone atau perangkat mobile. Objek yang ada di sekitarnya sesuai dengan arah pergerakan robot. Gambar yang terekam disimpan dalam sebuah server mikrokontroler wifi untuk ditampilkan pada sebuah halaman web. Beberapa penelitian telah mengintegrasikan perangkat visual pada mobile robot, tetapi hanya dapat bekerja pada jaringan lokal yang diakses menggunakan smartphone (Popli, 2021), (Chukwunazo, 2022) dan (Esakkiappan, 2023). Oleh karena itu pada penelitian ini diimplementasikan sistem visual mobile robot yang dapat bekerja pada jaringan lokal dan jaringan internet dengan tunneling webserver.

## **METODE PENELITIAN**

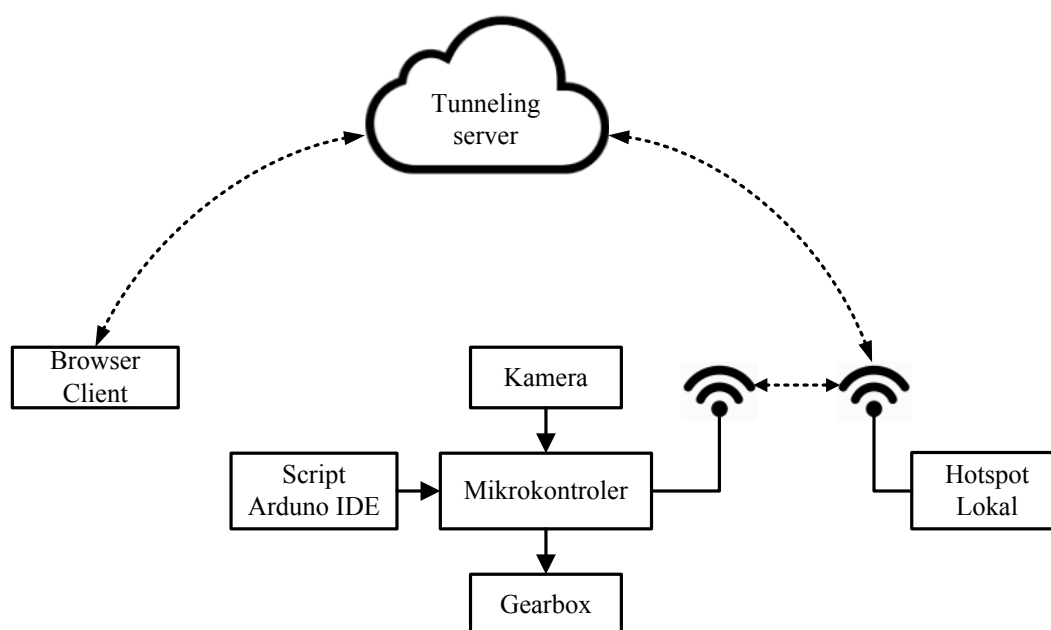
Desain sistem visual pada mobile robot menggunakan perangkat lunak arduino IDE dengan pemrograman bahasa C dan perangkat keras mikrokontroler ESP32-Cam. Sedangkan tracking visual dilakukan dengan tunneling server yang diakses melalui web browser. Tunneling server menggunakan layanan `http localxpose tunnel`.

Mikrokontroler ESP32-CAM sebagai pusat kendali visual mobile robot nirkabel dan server untuk menyimpan gambar yang terekam modul kamera. Pengambilan gambar disesuaikan dengan arah pergerakan robot. Sistem tracking visual ini bekerja dengan membangkitkan sebuah nomor ip yang ditampilkan pada serial monitor arduino IDE. Nomor ip ini digunakan untuk mengakses server gambar yang terekam di sekitar robot melalui web browser pada jaringan lokal.



Gambar 1. Flowchart Sistem Tracking Visual Mobile Robot

Sedangkan untuk mengakses gambar visual melalui jaringan internet, terlebih dahulu dilakukan tunneling server menggunakan layanan *http localxpose* pada penelitian ini. Setelah proses tunneling, akan dibangkitkan sebuah alamat web server dengan ekstensi io sebagai alamat server yang juga menampilkan rekaman gambar yang sama pada server jaringan lokal. Pengujian sistem tracking visual mobile robot ini dilakukan dengan mengakses server visual menggunakan jaringan lokal dan internet menggunakan parameter kualitas jaringan *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)* yaitu delay, throughput, packet loss dan jitter.

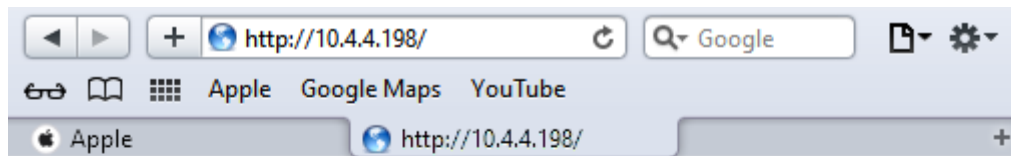


Gambar 2. Diagram blok sistem tracking visual mobile robot

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil desain sistem tracking visual mobile robot ini diintegrasikan pada sebuah mobile robot dengan mikrokontroler ESP32-CAM. Sistem tracking visual ini bekerja dengan resolusi kamera 2 mega pixel, ukuran frame sampai mode UXGA (1600 x 1200) dan kualitas gambar jpeg. Pada penelitian ini ukuran frame dirancang pada mode QVGA (320 x 240) untuk memudahkan proses tunneling server yang berhubungan dengan waktu respon server. Sedangkan untuk akses server pada jaringan lokal ukuran

frame UXGA masih memungkinkan. Pengujian sistem tracking visual robot mobil pada penelitian ini dilakukan pada jaringan lokal dan internet menggunakan beberapa parameter kualitas jaringan (delay, throughput, packet loss dan jitter) dengan standar TIPHON.



## Surveillance Robot Tunneling



Gambar 3. Tracking visual mobile robot pada jaringan lokal

Pengujian sistem tracking visual mobile robot dengan localhost webserver diperoleh data beberapa parameter kualitas jaringan dengan standar TIPHON pada tabel 1.

Tabel 1  
Tracking Visual Mobile Robot Pada Jaringan Lokal

Tracking	Delay (ms)	Throughput (kbps)	Packet loss (%)	Jitter (ms)
1	2,49	330,92	0,023	0,001
2	2,49	331,54	0,018	0,002
3	2,52	331,83	0	0,005
4	2,53	323,03	0,009	0,003
Rata-rata	2,51	329,33	0,013	0,003

Pada pengujian sistem tracking ini, rata-rata delay sebesar 2,51 ms, throughput 329,33 KB Packet loss 0,013 % dan Jitter 0,003 ms. Throughput merupakan kecepatan transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Throughput merupakan jumlah data persatuan waktu yang dikirim dari suatu titik jaringan ke titik jaringan yang lain. Parameter throughput pada sistem ini masuk dalam kategori buruk karena berada pada range 0-333 kbps. Hal ini disebabkan karena jumlah data yang dikirimkan lebih kecil dengan kualitas gambar QVGA. Delay merupakan waktu yang dibutuhkan data dari ujung ke ujung pada jaringan Internet. Delay sistem tracking visual sebesar 2,51 ms dan terindikasi sangat baik untuk standar TIPHON (<150 ms). Demikian pula untuk *packet loss* atau jumlah total paket yang hilang 0,013 % (0 – 3%). Sedangkan untuk jitter sebesar 0,003 ms termasuk dalam kategori baik dengan indeks 3 (0 – 75 ms). Jitter merupakan selisih delay dari delay paket yang pertama dengan paket berikutnya.

Tracking visual mobile robot dengan akses jaringan internet tunneling server diperoleh data beberapa parameter kualitas jaringan juga menggunakan standar TIPHON pada tabel 2.

Tabel 2  
Tracking Visual Mobile Robot Pada Jaringan Internet (Tunneling)

Tracking	Delay (ms)	Throughput (kbps)	Packet loss (%)	Jitter (ms)
1	3,7	222,55	0,30	0,002
2	2,79	301,36	0,04	0,001
3	2,97	277,40	0,38	0,001
4	2,95	287,97	0,029	0,007
Rata-rata	3,10	272,32	0,187	0,003

Tracking visual mobile robot dengan tunneling server pada penelitian ini menunjukkan kualitas layanan yang hampir sama dengan jaringan lokal. Throughput pada tunneling server mobil robot sebesar 272, 32 kbps yang juga berada pada kategori kurang baik menurut standar TIPHON. Hal ini juga disebabkan oleh kualitas gambar yang dikirimkan pada mode QVGA sama seperti pada penggunaan jaringan lokal.

Sedangkan untuk parameter rata-rata delay sebesar 3,10 ms, packet loss 0,187 % dan jitter 0,003 ms berada pada kategori relatif lebih baik untuk standar TIPHON.

## SIMPULAN

Sistem tracking visual mobile robot dengan tunneling server menunjukkan hasil yang kurang lebih sama dengan akses menggunakan jaringan lokal. Hanya saja kualitas gambar untuk tunneling server pada penelitian ini masih terbatas pada mode QGVA dengan delay rata-rata 3,10 ms, packet loss 0,187 % dan dan jitter 0,003 ms termasuk pada kategori sangat baik standar TIPHON. Sedangkan untuk parameter Throughput masih kurang baik yang diakibatkan oleh sumber daya yang terbatas pada perangkat yang digunakan. Pengembangan sistem tracking visual mobile ini dapat dikembangkan dengan *single board computer* menggunakan kualitas gambar dengan resolusi yang lebih tinggi (VGA-UXGA).

## DAFTAR PUSTAKA

- Chukwunazo, E., Stella, O., & Afamefuna, U. (2022). Design of a Robotic Vehicle with Real-Time Video Streaming. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science (IJAERS)*, ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O), Vol-9, Issue-3.
- Esakkiappan.K, Indhra K.S., Fayaz. R., Mohammed H.V.S., & Aandal, R. (2023). Rescue Robot Control Car Using ESP32-Cam. *ESP Journal of Engineering & Technology Advancements Volume 3 / Issue 3 Paper Id: JETA-V3I3P101 / Page Count: 1-31*
- ETSI. (1999) Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON). General aspects of Quality of Service (QoS) ETSI TR 101 329 V2.1.1 (1999-06)
- ETSI. (2002). End-to-end Quality of Service in TIPHON Systems. Part 2: Definition of Quality of Service (QoS) Classes. ETSI. 101 392-2.
- Kalsum, T. U, Trianggana, D. A., & Hermawansyah. (2013). Robot Pendeteksi Api Menggunakan Bahasa Pemrograman Basic Stamp, *Jurnal Media Infotama*, Vol.9, No.1,
- Popli, N., Masiwal, K., Batra, S., & Mamgain, C. (2021). Surveillance Car Bot Future of Surveillance Car Bot. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* ISSN: 2278-0181. Vol. 10 Issue 10.

Rahmani, B., Putra, A. E., Harjoko, A., & Priyambodo, T.K., (2015.) Reveal of Vision Based Robot Navigation Method. IAES International Journal of Robotics and Automation (IJRA), 4(4), 31-38. <http://doi.org/10.11591/ijra.v4i4.8514>