

ANALISIS TRANSMISI DATA CITRA ESP 32 CAM PADA PROTOTYPE ROBOT PEMADAM MENGGUNAKAN METODE KOMPRESI CITRA MJPG

ANALYSIS OF IMAGE DATA TRANSMISSION ESP 32 CAM ON PROTOTYPE FIGHTING ROBOT USING MJPG IMAGE COMPRESSION METHOD

¹Ridwan Satrio Hadikusuma*, ²Reni Rahmadewi

^{1,2}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang

¹ridwan.satrio18117@student.unsika.ac.id, ²reni.rahmadewi@staff.unsika.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima : 17 Maret 2022

Direvisi : 21 April 2022

Disetujui : 22 April 2022

Kata Kunci :

Api, Blynk, Citra, Data, Transmisi

ABSTRAK

Penelitian pada jurnal ini diusulkan desain dan prototipe robot pemadam api berbasis esp 32 cam dan implementasinya ditunjukkan dengan pembahasan singkat mengenai konstruksi dan pengoperasiannya. Robot pemadam api yang dikembangkan dapat dioperasikan dalam berbagai mode menggunakan remote control yang diremote dengan menggunakan perangkat lunak Blynk serta teknologi GPS. Untuk dapat mendeteksi api secara dini, dibutuhkan kualitas citra yang baik ketika robot sedang melakukan monitoring keadaan sekitar juga kecepatan transmisi data citra digital ke pengguna supaya mampu mendeteksi api secara realtime. Monitoring dilakukan menggunakan esp 32 cam dengan kompresi MJPG didapatkan bahwa transmisi memiliki rata-rata delay yang rendah sebesar 97 ms dengan kondisi kualitas kompresi citra MJPG dibawah 10 fps pada saat transmisi serta sistem mampu melakukan pemadaman api kecil dengan jarak maksimum rata-rata adalah sebesar 15,25 cm pada konfigurasi baud rate sebesar 9600 bps pada saat mengunggah program kedalam mikrokontroler. Pada saat pengujian mekanis didapatkan bahwa robot mampu bergerak sesuai dengan keadaan pada joystick.

ABSTRACT

The research in this journal proposes the design and prototype of a fire fighting robot based on esp 32 cam and its implementation is shown by a brief discussion of its construction and operation. The developed fire fighting robot can be operated in various modes using a remote control using Blynk software and GPS technology. To be able to detect fires early, good image quality is needed when the robot is monitoring the surrounding conditions as well as the speed of transmitting digital image data to users so that they are able to detect fires in real time. Monitoring was carried out using an esp 32 cam with MJPG compression, it was found that the transmission had a low average delay of 97 ms with the MJPG image compression quality condition below 10 fps during transmission and the system was able to extinguish small fires with an average maximum distance of 15.25 cm at a baud rate configuration of 9600 bps when uploading the program into the microcontroller. At the time of mechanical testing, it was found that the robot was able to move according to the conditions on the joystick.

Keywords :

API, Blynk, Image, Data, Transmission

*Corresponding author: ridwan.satrio18117@student.unsika.ac.id

I. PENDAHULUAN

Robot merupakan teknologi yang populer pada sektor pendidikan, industri, jasa dan bidang lainnya di era sekarang ini. Akibatnya, perkembangan teknologi khususnya elektronik dan komputasi yang semakin canggih sangat mendukung dalam perkembangan di bidang robotika [1]. Seiring berkembangnya teknologi, penggunaan robot sudah banyak dimanfaatkan dalam membantu pekerjaan sehari-hari manusia. Dalam upaya penanganan kebakaran khususnya kebakaran di area padat penduduk beberapa upaya implementasi teknologi sudah dilakukan seperti pengimplementasian teknologi UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau *drone*, dan robot nirkabel lainnya. Dalam rangka mengatasi potensi kebakaran secara dini dan

pembantu monitoring adanya kemungkinan muncul api dalam kerjanya maka penulis membuat prototipe robot pemadam api.

Kebakaran merupakan hal yang umum terjadi dikarenakan tangan manusia ataupun karena faktor alam yang tidak bisa di prediksi, adapun kondisinya seperti: petir, gempa bumi, gunung meletus, panas matahari, banjir dan tanah longsor. Sebagaimana diketahui faktor terjadinya kebakaran akibat perbuatan manusia adalah seperti membuang puntung rokok di sembarang tempat, pembukaan lahan dengan cara membakar hutan sampai dengan kurang kesadaran atau melanggar aturan yang telah ditetapkan [2-4]. Guna mendeteksi api secara dini dibutuhkan transmisi data yang cepat pada robot untuk menunjang komunikasi

data secara *realtime* antara robot dengan pengguna. Perkembangan teknologi komunikasi yang pesat mengakibatkan robot-robot di industri dapat berkomunikasi satu [3]. Protokol komunikasi dapat diibaratkan sebagai sebuah aturan/bahasa yang digunakan pada sebuah sistem sehingga sistem tersebut dapat berkomunikasi satu dengan yang lainnya sama lain dalam mengerjakan tugas secara berurutan, transmisi data yang cepat sangat dibutuhkan guna kebutuhan monitoring data secara *realtime* [4, 5].

Citra (gambar) digital memerlukan pengembangan menggunakan beberapa metode untuk menyimpan citra(gambar) digital. Citra seringkali mengalami penurunan resolusi pada saat proses kompresi dan de-kompresi, Untuk meminimalkan ukuran penyimpanan yang diperlukan sebagai foto digital masih resolusi tinggi, hal ini diperlukan untuk melakukan kompresi dan dengan demikian mengurangi ukuran file. Kompresi adalah proses menghilangkan redundansi data atau mengubah data ke dalam bentuk yang menempati ruang penyimpanan kurang [6-8]. MJPG (*Motion Join Photographic Group*) standar adalah sebuah kolaborasi antara *International Telecommunication Union* (ITU), *International Organization for Standardization* (ISO), dan *International Electrotechnical Commission* (IEC). Nama resmi adalah "ISO/IEC 10918-1 Digital kompresi dan kode warna kontinu masih gambar", dan "Rekomendasi ITU-T T.81"[9]. MJPG dapat digunakan pada teknik kompresi data untuk menghasilkan kualitas citra yang memungkinkan di proses menggunakan mikroprocessor. Teknik kompresi MJPG memungkinkan untuk mengecilkan ukuran data citra dengan cara memampatkan data menjadi lebih kecil dari ukuran sebenarnya guna menghemat ruang penyimpanan dan mempercepat dalam transmisi data.

Kecepatan transmisi pada data citra digital dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti derau, delay saat transmisi serta ukuran dari citra yang di kirimkan ke pemroses citra yang mana dalam hal ini ialah mikrokontroler. Pemampatan Citra menggunakan metode kompresi MJPG merupakan salah satu metode pemampatan yang *lossy* atau bersifat menghilangkan informasi terhadap citra *input* (masukan). Nilai informasi yang terdapat pada citra *output* (keluaran) akan berkurang. Informasi yang dibuang pada proses ini adalah koefisien DCT(*Discrete Cosine Transform*) frekuensi tinggi. Bagi mata manusia, pembuangan frekuensi tinggi tidak berpengaruh pada citra yang diamati [10-11].

Sebelumnya terdapat penelitian serupa terkait transmisi data citra pada sistem komunikasi nirkabel dengan teknik MIMO(*Multiple Input Multiple Output*) yang dilakukan oleh Yakobus Agung Purwanto dan Widjaja, dari hasil penelitian tersebut diperoleh bahwasannya pengiriman data citra dengan MIMO 2X2 mampu mentransmisikan data citra tanpa adanya *bit error* yang diterima di sisi receiver [13]. Terdapat juga penelitian mengenai aplikasi kompresi citra dengan menerapkan algoritma SPIHT(*Set Partitioning In Hierarchical Trees*) yang dilakukan oleh Milpadi Yanti, dalam penelitiannya dikatakan bahwa dengan digunakannya metode kompresi citra jumlah bit yang yang semula besar

menjadi relatif sedikit sehingga transmisi citra dapat berjalan lebih cepat [14]. Berdasarkan uraian yang telah dijelaskan, pertamakalinya penulis melakukan penelitian untuk menganalisis transmisi data citra digital esp 32 cam pada prototipe robot pemadam api menggunakan metode kompresi citra MJPG.

II. METODE PENELITIAN

A. Skema Penelitian dan Model Sistem Robot

Penelitian dalam membuat prototipe robot pemadam api dengan pemanfaatan esp cam 32 sebagai sarana kemudahan dalam memonitoring keadaan sekitar berdasarkan citra digital ini masuk pada ranah penelitian *research and development* (R&D). Hal itu diindikasikan oleh hasil dari penelitian yang menghasilkan produk teknologi yang dikerjakan melalui prosedur teknis. Langkah penelitian dalam pelaksanaan ini mengacu prosedur kerja proyek, artinya urutan pekerjaan direncanakan sesuai dengan desain yang paling sederhana dan terus meningkat menjadi suatu produk yang kompleks [12]. penelitian ini diawali dari melakukan studi literatur terlebih dahulu dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku atau hasil *proceeding* dengan topik penelitian yang relevan. kemudian dilanjutkan dengan mengumpulkan alat dan bahan yang dibutuhkan.

Pengambilan data dilakukan melalui pengambilan sample berupa data citra dengan mengambil raw data transmisi data citra pada serial monitor. Pengukuran atau pengambilan data pada penelitian pembuatan prototipe robot pemadam api ini dititikberatkan pada pengukuran *software*, pengukuran transmisi dan hasil kinerja pada mekanik robot pemadam api. Pengambilan data untuk mengetahui akurasi, kecepatan transmisi, *range* dan *response* dilakukan dengan pengukuran berbagai kondisi yang berbeda. Proses pengujian dilakukan secara berulang, dan data hasil pengukuran dari beberapa kondisi dirata-rata sebagai hasil akhir. Data diperoleh dari hasil uji coba yang dilakukan dengan minimal pengulangan sebanyak 15 kali guna keperluan analisis yang lebih komperhensif dan mendalam.

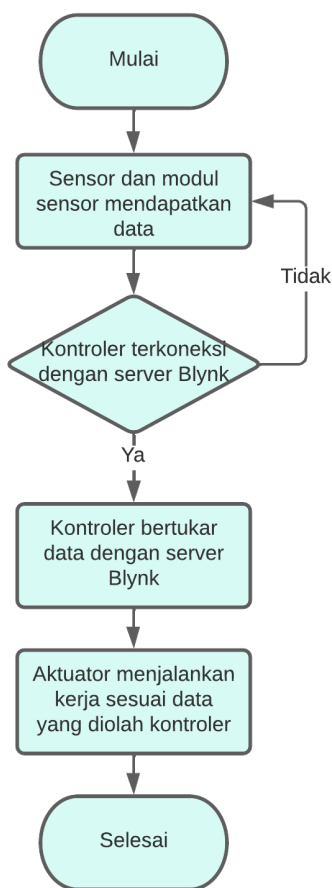
Skema dalam penelitian ini terdapat diagram blok sistem terdiri atas masukan (*input*), proses, dan luaran (*output*). Masukan pada sistem berasal dari pemacaan sensor api, sensor GPS, dan modul kamera ESP32-CAM untuk mengambil data citra digital seperti yang dijelaskan pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok sistem

Data pembacaan sensor api yang diterima pada masukan akan dikirimkan langsung ke ESP 32 untuk melakukan tindakan pemadaman otomatis menggunakan modul kipas. apabila nilai pembacaan mneunjukkan adanya api di area depan robot pemadam api. Masukan dari modul GPS (*Global Positioning System*) kemudian akan dibaca oleh kontroler ESP32-CAM untuk mengetahui informasi

koordinat robot pemadam api berada. Sedangkan masukan langsung dari citra kamera ESP32-CAM akan diolah oleh kontroler ESP32-CAM untuk mendapatkan citra area depan robot mobil dan data citra tersebut akan ditransmisikan ke perangkat lunak Blynk agar dapat dimonitoring oleh pengguna. Semua jenis proses data dilakukan oleh mikrokontroler ESP 32 dan ESP32-CAM sebagai antarmuka sensor dengan perangkat lunak Blynk sebagai fungsi monitoringnya. Luaran sistem adalah penampilan lokasi, citra kamera, dan pengondisian pengaktifan kipas yang dilakukan pada perangkat lunak Blynk. Sedangkan diagram alur sistem dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2 Diagram alir sistem

Proses pengambilan data citra digital sebagai bahan analisis transmisi citra diperoleh dengan mengikuti diagram alir pada Gambar 3.

B. Proses Perakitan

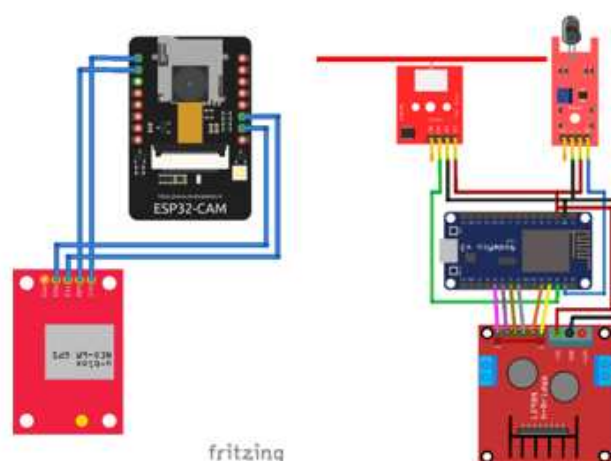
Dalam perakitan komponen perangkat kerasnya, robot pemadam api mengikuti skematik yang telah dibuat pada masing-masing mikrokontroler sesuai sensor-sensornya menggunakan perangkat lunak Fritzing seperti yang ada pada Gambar 4.

Input dari esp 32 cam yang digunakan ialah sebesar 3,3 VDC yang terhubung juga pada tegangan input modul GPS . pada kaki Tx pada esp 32 cam dihubungkan ke kaki Rx pada modul GPS dan untuk kaki Rx pada ESP 32 cam dihubungkan ke kaki Tx pada modul GPS agar pengguna mampu memonitoring koordinat robot secara akurat dan aktual. Selanjutnya pada *micro controller* esp 32 terhubung

ke beberapa sensor yang berfungsi mendeteksi adanya api seperti sensor api dengan input daya 3,3 VDC hingga modul kipas tipe L9990 yang berfungsi memadamkan api.



Gambar 3 Diagram alir pengambilan data citra

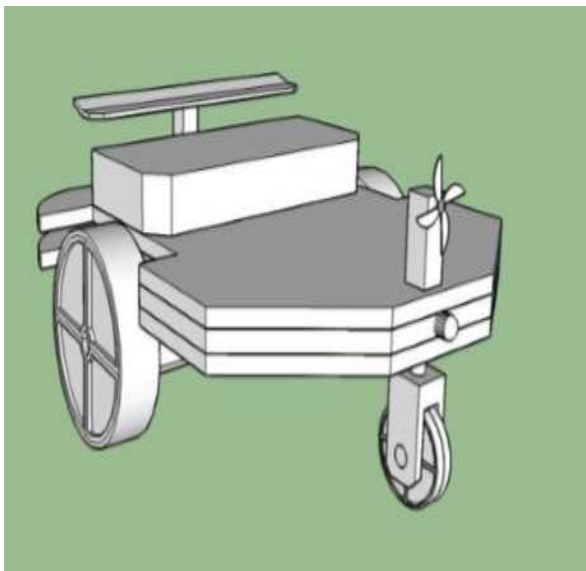


Gambar 4 Desain elektronik pada komponen citra dan controller robot

Sedangkan untuk desain robot pemadam api yang akan dikembangkan selama penelitian dapat dilihat pada Gambar 5. Agar robot mampu bergerak bebas sesuai dengan keinginan pengguna, digunakan *motor driver* tipe L289N dan terhubung ke roda yang digunakan robot dengan input baterai 6VDC agar mampu bergerak dengan stabil.

C. Pengumpulan Data dan Analisis Data

Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian transmisi data citra digital menggunakan ESP 32 cam. Pengumpulan data dan pengujian pada penelitian analisis transmisi data citra ini dititikberatkan pada pengukuran kecepatan transmisi pada saat mengirimkan data citra hasil ESP 32 cam ke monitoring pengguna, pengujian hardware dan hasil kinerja robot. Pengambilan data untuk mengetahui akurasi, kecepatan transmisi, range dan response dilakukan dengan pengukuran berbagai kondisi berbeda. Proses pengujian dilakukan secara berulang serta data hasil pengukuran kecepatan transmisi dari beberapa kondisi dirata-rata sebagai hasil akhir. Data diperoleh dari hasil uji coba yang dilakukan dengan pengulangan sebanyak 15 kali.



Gambar 5 Desain robot pemadam api

Analisis data berdasarkan data yang sudah terkumpul di analisis secara kuantitatif. Dilakukan dengan menghitung hasil rata-rata pengukuran kecepatan transmisi kemudian dibandingkan dengan hasil analisis secara teori. Hasil analisis ini merupakan penggabungan antara perhitungan berdasarkan teori dan hasil pengukuran. Dari analisis data tersebut akan diperoleh kesimpulan dari apa yang telah dirumuskan. Setelah data analisis yang dikumpulkan dianggap cukup, maka data hasil penelitian dapat disimpulkan. Penyimpulan dari penelitian ini terkait rumusan yaitu rancangan hardware prototipe robot pemadam api, kualitas citra yang didapatkan dari ESP 32 cam dan kecepatan transmisinya menggunakan metode kompresi MJPG serta unjuk kerja hasil prototipe robot pemadam api.

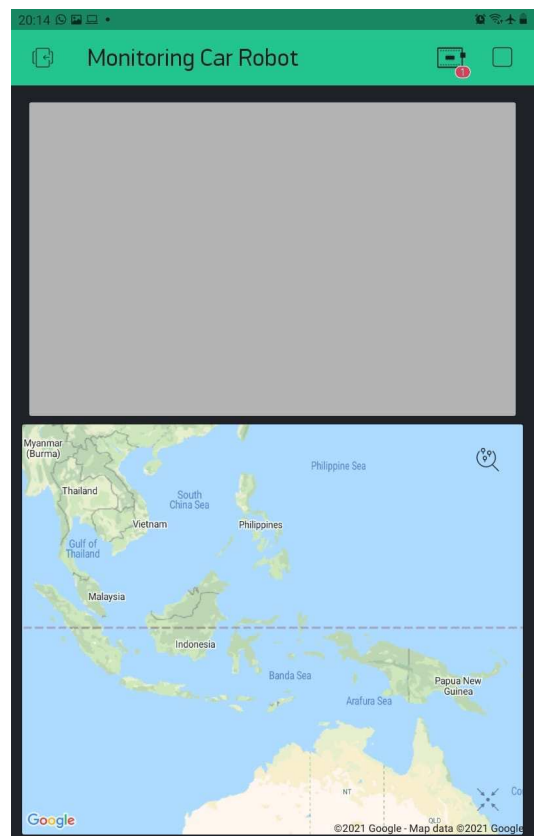
Penyimpulan hasil perancangan alat dapat diketahui dari hasil pengukuran kecepatan transmisi yang didapat dari hasil pengumpulan data pada analisis citra. Setelah data terkumpul sesuai dengan kuantitas maka selanjutnya data dapat diolah untuk mengetahui nilai kualitas kompresi MPJG dalam satuan fps (*frame per second*). *frame per second* merupakan satuan dari ukuran kualitas gerakan gambar yang ditampilkan secara berurutan. satuan kualitas ini dinyatakan dengan

per second atau per detik. jumlah frame yang ditangkap ESP 32 cam setiap detiknya akan menentukan bagaimana kualitas video yang dihasilkan untuk monitoring di sisi pengguna. Semakin banyak citra (gambar) yang ditangkap oleh ESP 32 cam dan semakin cepat transisinya, maka semakin nyata gerakan sebuah video tersebut. Maka dari itu, ada beberapa jenis fps, hal ini menentukan kualitas citra pada video yang dihasilkan.

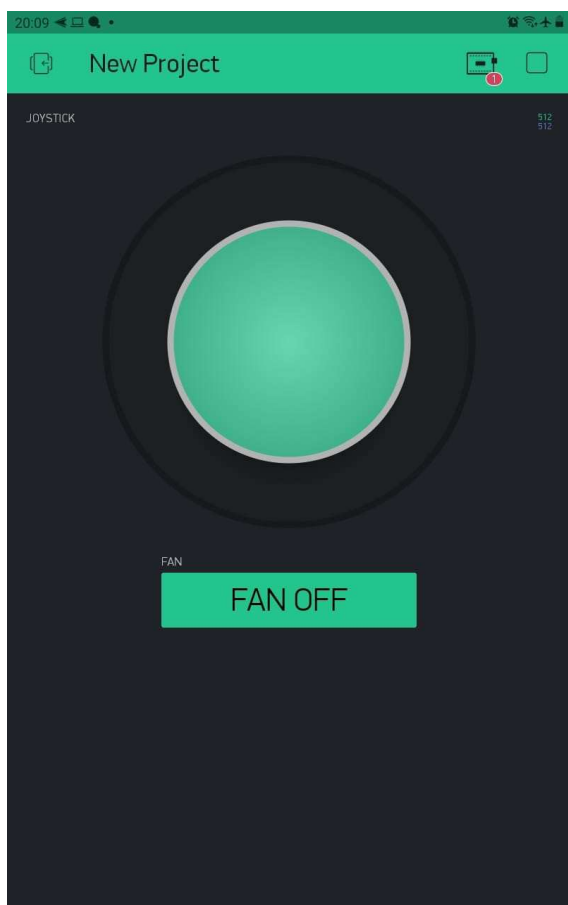
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Transmisi Data Citra Digital dengan Kompresi Citra MJPG

Dalam memonitoring api guna pencegahan dini kebakaran, penulis menggunakan perangkat lunak Blynk pada gawai pengguna. dalam sistem monitoring terdapat komponen video *streaming* yang mampu menampilkan hasil siaran video dari modul kamera ESP32-CAM serta modul GPS untuk menampilkan koordinat robot secara realtime dengan tampilan peta visual dengan rancangan tampilan terdapat pada Gambar 6. Antarmuka kontrol gerak pada robot dan konfigurasi Modul Kipas dengan pengguna dilakukan pada perangkat lunak Blynk dengan rancangan yang terdapat pada Gambar 7.



Gambar 6 Antar muka monitoring video dan koordinat pada perangkat lunak blynk



Gambar 7 Antarmuka konfigurasi kipas pada perangkat lunak blynk

Pengujian kerja pada transmisi data citra menggunakan *micro controller* NodeMCU terbagi menjadi bahasan kerja sistem pembacaan citra oleh modul kamera ESP32-Cam dengan penampilannya pada Blynk menggunakan kompresi citra MJPG serta bahasan mengenai kerja modul GPSNEO6MV2 Ublox untuk memonitoring koordinat robot. Pengambilan data citra dan pengujian transmisi data citra dilakukan sebanyak 15 kali guna mendapatkan analisis sampel yang komperhensif dan mendalam seperti yang ditampilkan pada Tabel I.

TABEL I
PENGUJIAN TRANSMISI CITRA KAMERA ESP.32 CAM

Sample	Besar Ukuran Citra (byte)	Delay Transmisi Data Citra(ms)	Kualitas Kompresi Citra MJPG(fps)	Rata-Rata Transmisi Data Citra persatu siklus
1	10788	88	10	AVG: 98ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
2	10786	80	10.5	AVG: 97ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
3	10793	99	10	AVG: 98ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0

Sample	Besar Ukuran Citra (byte)	Delay Transmisi Data Citra(ms)	Kualitas Kompresi Citra MJPG(fps)	Rata-Rata Transmisi Data Citra persatu siklus
4	10789	88	4	11.0 AVG: 87ms(11.5fps), 0+0+0+0=0 0
5	10790	100	12	10.0 AVG: 85ms(11.8fps), 0+0+0+0=0 0
6	10790	90	8	10.0 AVG: 90ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
7	10780	96	4	10.0 AVG: 98ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
8	10792	88	9.2	10.0 AVG: 98ms(10.2fps), 0+0+0+0=0 0
9	10789	99	8	11.0 AVG: 88ms(11.5fps), 0+0+0+0=0 0
10	10780	100	8	10.0 AVG: 92ms(10.9fps), 0+0+0+0=0 0
11	10786	99	10	10.0 AVG: 90ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
12	10788	87	8	10.0 AVG: 89ms(11.2fps), 0+0+0+0=0 0
13	10794	94	11	10.0 AVG: 90ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
14	10778	92	6	10.0 AVG: 88ms(11.4fps), 0+0+0+0=0 0
15	10795	109	11	0=0 0

Berdasarkan pengujian transmisi data citra digital pada kerja kamera ESP32-CAM dapat dikatakan memiliki kinerja yang baik karena mampu mengirimkan data citra dengan rentang byte yang tinggi namun dengan delay rendah. Format gambar yang dikirimkan untuk siaran video dikompresi dengan metode MJPG dan memiliki format

.MJPG seperti hasil keluaran pada serial monitor yang tercantum pada Tabel I. Setelah dilakukan percobaan pengiriman paket gambar sebanyak 15 *sample* citra pada percobaan Tabel I, didapati bahwa ESP32-CAM mampu mengirimkan tiap gambar pada video dengan waktu rata-rata 98ms per gambar atau 10,8 gambar per detik (fps) pada jarak robot ke pengguna sejauh 450 meter. Pada hasil keluaran serial monitor juga didapati bahwa pengiriman gambar pada masing-masing pengiriman tidak pernah mendapati error data atau kesalahan pengiriman yang ditandai dengan jumlah kesalahan pengiriman yang bernilai 0 pada luaran serial monitor dengan kalimat "0+0+0+0=0 0".

Hasil citra yang didapati dapat dilihat pada Gambar 8. pada Gambar 8 tersebut diketahui bahwa kualitas citra yang diapat cukup jernih tanpa adanya derau yang membuat pengelihatn kamera menjadi kabur atau blur jika dalam istilah videografi.



Gambar 8 Kulaitas citra yang ditangkap esp 32 cam dalam antar muka pengguna

Pada Gambar 7 juga dijelaskan bahwa kondisi modul kipas sedang berada pada posisi OFF atau mati yang dapat dikontrol secara manual pada komponen FAN di gambar x. Pada jendela yang sama dengan jendela kontrol modul kipas ada juga komponen *joystick* yang digunakan untuk menentukan arah gerak robot pemadam api.

B. Pengujian Mekanik Robot Pemadam Api dengan Konfigurasi Transmisi Komunikasi Serial 9600 bps

Setelah dilakukan perangkaian komponen robot pemadam api, semua komponennya dipasang langsung pada kit mobil yang sudah disiapkan sebelumnya. Hasil perakitan rangkaian perangkat keras pada kit mobil dapat dilihat pada Gambar 9 agar kemudian bisa dilakukan beberapa pengujian.



Gambar 9 Prototipe robot pemadam api

Pengujian mekanik robot pemadam api pada sisi mikrokontroler NodeMCU terbagi menjadi bahasan kerja sistem pemadaman api dini oleh sensor api dan modul kipas dan bahasan kerja gerak robot mobil yang dikendalikan oleh Blynk dan antarmuka roda oleh Motor Driver tipe L2896N.

Pengujian kinerja mekanik robot pemadam api ini menggunakan komunikasi serial pada saat mengunggah source code ke mikrokontroler dengan konfigurasi baud rate sebesar 9600 bps dan pemadaman api dilakukan dengan menggunakan sumber api berupa korek gas pada pengaturan keluaran api paling besar. Pengujian dilakukan dengan tujuan mencari jarak maksimum kemampuan pemadaman api oleh modul kipas dengan mencari nilai rata-ratanya dari 15 kali percobaan serta pengujian performa kerja dari integrasi pembacaan sensor dan aktivasi pengondisian modul kipas pada antar muka perangkat lunak Blynk.

Hasil dari pengujian kinerja sistem pemadaman api dini dapat dilihat pada Tabel II dan diketahui bahwa sistem dapat melakukan pemadaman api kecil dengan jarak maksimum rata-rata adalah sebesar 15,25 cm pada konfigurasi *baud rate* sebesar 9600 bps pada saat mengunggah program. Integrasi antara aktivasi Modul Kipas dari pembacaan sensor api dan elemen tombol aktivasi modul kipas pada perangkat lunak Blynk sesuai dengan perencanaan yang akan menyalakan Modul Kipas ketika salah satunya terbaca bernilai "1".

TABEL II
PENGUJIAN SISTEM ROBOT PEMADAM API

Jarak Sensor Api dengan Api Pengujian	Pembacaan Sensor Api	Pembacaan Nilai Modul Kipas pada Blynk	Kondisi Modul Kipas pada Robot	Konfigurasi <i>baud rate</i> (bps)
< 15.25 cm	0	0	Mati	9600
> 15.25 cm	0	1	Nyala	9600
< 15.25 cm	1	0	Nyala	9600
< 15.25 cm	1	1	Nyala	9600

Pengujian mekanik robot pemadam api dilakukan langsung pada robot pemadam api dengan hanya memperhatikan arah gerak robot secara 2 dimensi. Pengujian berhasil berjalan sesuai set nilai yang diatur pada program. Nilai sumbu X dan Y yang digunakan pada pengujian mengikuti kaidah dan hasil yang tercantum di Tabel III.

TABEL III
KONFIGURASI MEKANIK ROBOT PEMADAM API

Nilai Joystick pada sumbu X	Nilai Joystick pada sumbu Y	Arah Gerak Robot
> 768	$256 < Y < 768$	Kanan
< 256	$256 < Y < 768$	Kiri
$256 < X < 768$	> 768	Maju Lurus
$256 < X < 768$	< 256	Mundur Lurus
> 768	> 768	Maju Serong Kanan
> 768	< 256	Mundur Serong Kanan
< 256	> 768	Maju Serong Kiri
< 256	< 256	Mundur Serong Kanan
$256 < X < 768$	$256 < X < 768$	Diam Ditempat

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa transmisi data citra digital pada robot pemadam api menggunakan metode kompresi MJPG menghasilkan delay yang rendah dengan rata-rata *delay* sebesar 97 ms pada transmisi data citra dengan kualitas kompresi citra MJPG dibawah 10 fps. Robot pemadam api juga akan melakukan pendeteksian api dengan karakteristik sesuai program yang telah kita isikan ke dalam mikrokontroler, yang merupakan otak dari Robot pemadam api. Karakteristik robot tersebut disesuaikan dengan keadaan pemadaman api pada kondisi dalam ruangan dan luar ruangan. Robot pemadam api ini mampu digunakan untuk mendeteksi api karena memiliki kualitas citra yang baik pada saat dimonitoring pengguna. sistem juga dapat melakukan pemadaman api kecil dengan jarak maksimum

rata-rata adalah sebesar 15,25 cm pada konfigurasi *baud rate* sebesar 9600 bps pada saat mengunggah program.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada rektor Universitas Singaperbangsa Karawang beserta jajarannya melalui kebijakan mewajibkan publikasi jurnal ilmiah terindeks sinta dengan dosen sebagai syarat untuk yudisium yang menjadi pemicu semangat untuk terus berinovasi dan menyumbangkan ide atau gagasan melalui penelitian ilmiah.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] H. D. Siswaja, "PRINSIP KERJA DAN KLAIFIKASI ROBOT," Media Informatik, pp. 147-157, 2008.
- [2] R. A. Muhammad Amin, "SISTEM KENDALI JARAK JAUH ROBOT PEMADAM API DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR FLAM DAN SENSOR MQ BERBASIS MOTOR POMPA," JOURNAL OF SCIENCE AND SOCIAL RESEARCH, vol. 4 No 2, pp. 136–141, 2021.
- [3] Denni Kurnia, Rina Mardiaty, Mufid Ridlo Effendi, Aan Eko Setiawan, "Rancang Bangun Robot Pemadam Api Menggunakan Kontrol Bluetooth dan Virtual Reality," Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol, vol. 5 No 2, pp. 139–146, 2019.
- [4] W. K. Syahrul Yoga Pradana, Fitri Utamingrum, "Deteksi titik api terpusat menggunakan kamera dengan notifikasi berbasis sms gateway pada raspberry pi," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. Vol. 2, no. No. 12., pp. 7183–7191, Desember 2018.
- [5] Pratama, Nianda Aji, and Tatyantoro Andrasto. "Komunikasi Pada Robot Swarm Pemadam Api Menggunakan Protokol ModBus." Jurnal Teknik Elektro 6, no. 2, 2014.
- [6] SIAGIAN, Pandapotan. KOMPRESI CITRA JPEG DENGAN ALGORITMA ZIG JAG. Jurnal Processor, [S.l.], v. 9, n. 1, p. 14-21, aug. 2017. ISSN 2528-0082. Available at: <<http://ejournal.stikom-db.ac.id/index.php/processor/article/view/53>>. Date accessed: 16 mar. 2022.
- [7] Admin. 2010. Compression of video and audio signals, (online), ([http://www.infosum.net/id-e-learning/kompresi-sinyal-video-dan-audio\(Compression-of-video-and-audio-signals\)](http://www.infosum.net/id-e-learning/kompresi-sinyal-video-dan-audio(Compression-of-video-and-audio-signals))), diakses 21 Oktober 2012)
- [8] C. T. Utari, "IMPLEMENTASI ALGORITMA RUN LENGTH ENCODING UNTUK PERANCANGAN APLIKASI KOMPRESI DAN DEKOMPRESI FILE CITRA", JTM, vol. 5, no. 2, hlm. 24–31, Feb 2017.
- [9] K. Shimizu, T. Suzuki and K. Kameyama, "Lapped Cuboid-based Perceptual Encryption for Motion JPEG Standard," 2018 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), 2018, pp. 2022-2026, doi: 10.23919/APSIPA.2018.8659680.

- [10] K. Shimizu and T. Suzuki, "Cube-based encryption connected prior to Motion JPEG standard", Proc. of APSIPA ASC 2017, pp. 1-4, Dec. 2017.
- [11] Kaknjo, A., Rao, M., Omerdic, E., Robinson, L., Toal, D. and Newe, T., 2018. Real-time video latency measurement between a robot and its remote control station: Causes and mitigation. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2018.
- [12] R. Hidayat, "BAK SAMPAH OTOMATIS BERBASIS ROBOT LINE FOLLOWER SEBAGAI SARANA KEMUDAHAN DALAM MEMBUANG SAMPAH DI RUMAH SAKIT", *Barometer*, vol. 2, no. 2, pp. 70–77, Jul. 2017.
- [13] D. W. Yakobus Agung Purwanto, "Transmisi Data Citra pada Sistem Komunikasi Nirkabel dengan Teknik MIMO," *KONSTELASI: Konvergensi Teknologi dan Sistem Informasi*, vol. 1 No 2, pp. 430–441, 2021.
- [14] M. Yanti, "Aplikasi Kompresi Citra Dengan Menerapkan Algoritma SPIHT (Set Partitioning In Hierarchical Trees)," *JOURNAL GLOBAL TECHNOLOGY COMPUTER*, vol. 1 No 1, pp. 20–28, 2021.