

Prototipe Robot Mobil Penjaga dan Pemadam Kebakaran Hutan Dini berbasis *Internet of Things (IoT)*

Resi Sujiwo Bijokangko, Bella Nofrianti, Hana Graceilla Sitindjak, Rahmat Hidayat

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Singaperbangsa Karawang
Jl. H.S. Ronggowaluyo, Telukjambe, Karawang 41361
E-mail: resi.sujiwo18119@student.unsika.ac.id

Naskah Masuk: 24 Februari 2022; Diterima: 13 April 2022; Terbit: 18 Agustus 2022

ABSTRAK

Abstrak –Hutan yang mengandung sumber daya alam yang melimpah telah memberikan kontribusi positif bagi keanekaragaman hayati, kehidupan hewan, dan kelangsungan hidup manusia. Saat ini, baik bencana alam maupun akibat ulah manusia secara signifikan telah mengurangi luas hutan dunia, khususnya di Indonesia. Penyebab utama berkurangnya luas hutan di Indonesia adalah kebakaran hutan dan penggundulan hutan, baik legal maupun ilegal. Sebagai upaya melestarikan kawasan hutan di Indonesia, dalam penelitian ini penulis membuat sebuah robot mobil untuk penjaga hutan dan pemadam kebakaran awal yang diberi nama REBECCA. Robot ini bekerja dengan menampilkan data lokasi dan gambar depan robot, yang diproses melalui mikrokontroler ESP32-CAM. Pergerakan robot menggunakan roda dengan motor DC 12V yang dikendalikan melalui driver motor L289N. Penginderaan api dilakukan dengan mendeteksi api di area depan robot menggunakan sensor api dan memadamkannya dengan modul kipas yang dikendalikan oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266. REBECCA menggunakan aplikasi Blynk yang diinstal pada perangkat pengguna sebagai antarmuka pengguna.

Kata kunci: Pelestarian Hutan, REBECCA, ESP32-CAM, NodeMCU ESP8266

ABSTRACT

Abstract - Forests containing abundant natural resources have positively contributed to biodiversity, animal life, and human survival. Nowadays, both natural and man-made disasters have significantly reduced the area of the world's forests, especially in Indonesia. The main causes of reducing forest area in Indonesia are forest fires and deforestation, both legal and illegal. As an effort to preserve forest areas in Indonesia, in this study, the author made a robot car for forest guards and early firefighters named REBECCA. This robot works by displaying location data and the robot's front image, which is processed through the ESP32-CAM microcontroller. The robot's movement uses wheels with a 12V DC motor controlled through the L289N motor driver. Fire sensing is done by detecting fire in the front area of the robot using a fire sensor and extinguishing it with a fan module controlled by the NodeMCU ESP8266 microcontroller. REBECCA uses the Blynk application installed on the user's device as a user interface.

Keywords: Forest Conservation, REBECCA, ESP32-CAM, NodeMCU ESP8266

Copyright © 2022 Universitas Muhammadiyah Jember.

1. PENDAHULUAN

Hutan merupakan kawasan dengan sumber daya alam yang melimpah dengan kekayaan alam hayati dan hewani yang sangatlah beragam. Hutan saat ini menjadi salah satu penyumbang oksigen terbesar dalam kelangsungan hidup makhluk hidup di bumi. Hingga saat ini isu yang dihadapi dalam upaya pelestarian hutan sangatlah beragam terlebih pada fenomena alam kebakaran hutan dan penggundulan hutan.

Dalam Peraturan Menteri Kehutanan No. tentang Pengendalian Kebakaran Hutan Pasal 1 ayat 2 dijelaskan bahwa “Kebakaran hutan adalah suatu keadaan dimana hutan dilanda api sehingga mengakibatkan kerusakan hutan dan atau hasil hutan yang menimbulkan kerugian ekonomis dan atau nilai lingkungan” [1]. Menurut kepala BNPB, di tahun 2019 sendiri kebakaran hutan di Indonesia masih sangat didominasi oleh perbuatan manusia dengan 99% kebakaran di Indonesia diakibatkan oleh ulah manusia. menurut majalah *Earth Eclipse* besarnya pengaruh manusia dalam terjadinya kebakaran di Indonesia sangatlah tinggi jika dibandingkan rata-rata kebakaran di dunia sebesar 90%.

Seiring semakin majunya teknologi, penggunaan robot sudah banyak dimanfaatkan dalam membantu pekerjaan sehari-hari manusia. Dalam upaya pelestarian hutan khususnya penjagaan hutan beberapa upaya implementasi teknologi sudah dilakukan seperti pengimplementasian teknologi UAV atau drone, dan robot nirkabel lainnya. Dalam rangka mengatasi potensi kebakaran hutan secara dini dan pembantu polisi patroli hutan dalam kerjanya maka penulis membuat robot pembantu polisi hutan dan pemadam kebakaran hutan dini. Pada penelitian ini pembahasan mengenai robot mobil pembantu penjaga hutan dan pemadam kebakaran hutan dini yang penulis beri nama "REBECCA" yang akan dibahas dengan sistematika Pendahuluan, Metode Penelitian yang terdiri dari perancangan hardware dan software, Hasil dan Pembahasan, serta yang terakhir Kesimpulan.

Dalam penelitian ini kontroler yang digunakan adalah NodeMCU ESP8266 dan ESP32-CAM. NodeMCU ESP8266 merupakan sebuah platform IoT dengan memiliki 4MB flash, 11 pin GPIO dimana 10 diantaranya dapat digunakan untuk PWM, 1 pin ADC, 2 pasang UART, WiFi 2,4GHz serta mendukung WPA/ WPA2 [2]. NodeMCU selain dapat diprogram menggunakan bahasa LUA dapat juga diprogram menggunakan bahasa C menggunakan arduino IDE. Sedangkan ESP32-CAM adalah sebuah platform yang dapat memantau secara realtime dengan menerapkan kamera dan modul wifi yang ada didalamnya [3]. Untuk melakukan pengaturan pada ESP32-Cam dibutuhkan FTDI USB to TTL yang kemudian dihubungkan modul camera dan perangkat personal komputer atau laptop [4].

Dengan dibuatnya penelitian ini penulis berharap agar dapat mengurangi resiko kejahatan di hutan seperti penebangan liar serta dapat mengurangi angka kebakaran hutan dengan meminimalisir potensi terjadinya kebakaran melalui fitur pemadaman api dini baik yang berasal dari fenomena alam maupun dari ulah manusia. Penelitian ini juga ditujukan untuk membantu pekerjaan penjaga hutan dengan memaksimalkan efisiensi kerja dengan bantuan patroli melalui robot mobil yang dapat dikontrol.

2. KAJIAN PUSTAKA

Dalam perkembangan teknologi, pembuatan robot mobil yang dapat dikontrol jarak jauh sudah sangatlah banyak dibuat. Bahkan saat ini mobil dengan kontrol nirkabel sudah tersedia pada pasar komersil untuk tujuan membantu pekerjaan manusia hingga mainan anak-anak. Dalam kegunaannya sebagai pembantu penjaga hutan dan upaya pencegahan kebakaran dini ada beberapa referensi penelitian yang telah dibuat sebelumnya.

a. Penelitian Pertama

Nama peneliti adalah Achmad Subhan KH, Fajar Baskoro, Gilang Kharisma, Ahmad Khadafi Sanu dengan judul "SISTEM PEMANTAU KEBAKARAN DAN PEMBALAKAN LIAR HUTAN MENGGUNAKAN PERANGKAT EMBEDDED SERVER EBOX4300 DAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL 802.15.4". Latar belakang masalah yang diangkat adalah upaya pelestarian hutan dengan implementasi sistem *Tarzan Digital Assistant (TDA)* sebagai layanan pemantauan hutan dengan komunikasi nirkabel. Komponen yang digunakan untuk server pusat dan *forwarder* adalah modul Ebox-4300 [5].

b. Penelitian Kedua

Nama peneliti adalah Agung Rachmat Putra dan Andi Susilo dengan judul "PROTOTIPE ROBOT MOBIL PEMADAM API BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560". Latar belakang masalah yang diangkat adalah masalah kebakaran hutan dengan resiko tinggi. Kontrol kecepatan roda-roa robot menggunakan teknik komparasi untuk menentukan nilai duty cycle sinyal PWM yang diberikan ke dinamo roda. Robot ini juga dilengkapi dengan sensor api dengan sistem navigasi menggunakan sensor ultrasonik [6].

c. Penelitian Ketiga

Penelitian ketiga adalah penelitian yang dilakukan oleh Marina Artiyasa, Aidah Nita Rostini, Edwinarto dan Anggy Pradifta Junfithrana dengan judul "APLIKASI SMART HOME NODEMCU IOT UNTUK BLYNK". Latar belakang yang diangkat pada masalah tersebut adalah upaya implementasi IoT dalam sistem Smart Home untuk memberikan keamanan dan kenyamanan bagi pemilik rumah. Sistem ini menggunakan NodeMCU ESP8266 sebagai kontrolernya dan menggunakan Blynk sebagai antarmuka pengguna dengan sistem. Sensor yang bekerja pada sistem adalah sensor PIR untuk mendeteksi gerakan, sensor MQ2 untuk mendeteksi asap dan sensor LM35 untuk pemantauan suhu. Pada pengujian sistem didapati bahwa sistem dapat bekerja dengan baik dengan jarak terjauh koneksi samapi 35 meter, jarak terjauh pembacaan sensor PIR hingga 8-meter dan jarak terjauh sensor MQ2 adalah hingga 5 meter [7].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Perancangan Perangkat Keras

Pada bagian perancangan hardware akan dibahas mengenai komponen, desain, dan rangkaian sistem REBECCA. REBECCA dibangun menggunakan komponen dengan jumlah dan spesifikasi sebagai berikut:

1. Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 dan ESP32-CAM dengan jumlah masing-masing 1 (satu) buah. Kontroler NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai masukan untuk Motor Driver L289N untuk kontrol gerak mobil dan aktivasi modul kipas, sedangkan ESP32-CAM digunakan untuk pengolahan data lokasi melalui modul GPS dan pengambilan citra depan mobil dengan modul kamera dan mengirimkannya ke server Blynk.
2. Modul GPS dengan tipe NESO6MV2 sebanyak 1 (satu) buah. Modul GPS digunakan untuk keperluan penentuan lokasi robot dengan mencari nilai *Longitude* dan *Latitude*-nya.
3. Sensor Api 2 channel dengan tegangan masukan 3,3V - 5V sebanyak 1 (satu) buah yang digunakan untuk pendeteksian api.
4. Modul Kipas dengan tipe L9110 sejumlah 1 (satu) buah. Modul Kipas digunakan sebagai modul pemadam api dini.
5. Motor Driver L289N dengan IC L293D sejumlah 1 (satu) buah yang digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah rotasi roda.
6. Baterai AA dengan tegangan 1,5 V yang diseri sebanyak 4 (empat) buah dengan total tegangan 6 V sebagai sumber tegangan pada mikrokontroler.
7. Kit Mobil dengan 3 (tiga) buah roda. Rangka kit mobil terbuat dari bahan akrilik.
8. Smartphone SAMSUNG 1(satu) buah yang digunakan untuk pemakaian Blynk dan pengujian.
9. Laptop ASUS 1 (satu) buah untuk keperluan program dan pembuatan laporan.

a. Blok Diagram

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.



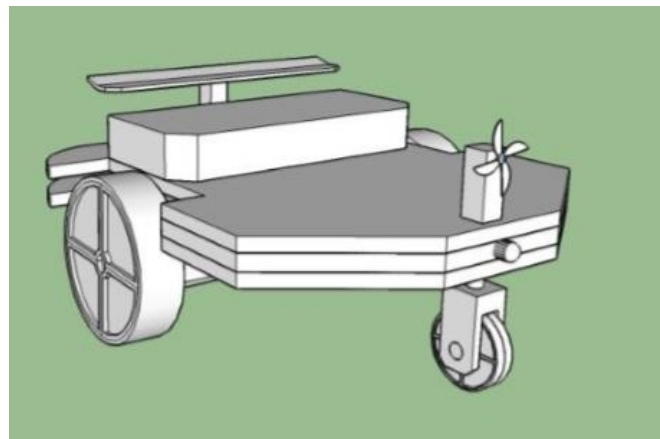
Gambar 1. Diagram blok sistem

Masukan dari sensor api datanya akan dikirimkan langsung ke NodeMCU untuk melakukan tindakan pemadaman otomatis menggunakan modul kipas jika nilai pembacaan menunjukkan adanya api di area depan REBECCA. Masukan dari modul GPS kemudian akan dibaca oleh kontroler ESP32-CAM untuk kemudian diketahui informasi lokasi robot mobil. Sedangkan masukan langsung dari citra kamera ESP32-CAM akan diolah oleh kontroler ESP32-CAM untuk mendapatkan citra area depan robot mobil.

Semua jenis proses data dilakukan oleh mikrokontroler NodeMCU dan ESP32-CAM sebagai antarmuka sensor dengan aplikasi Blynk sebagai fungsi monitornya. Luaran sistem adalah penampilan lokasi, citra kamera, dan pengondisian/pengaktifan kipas yang dilakukan pada aplikasi Blynk.

b. Desain Robot

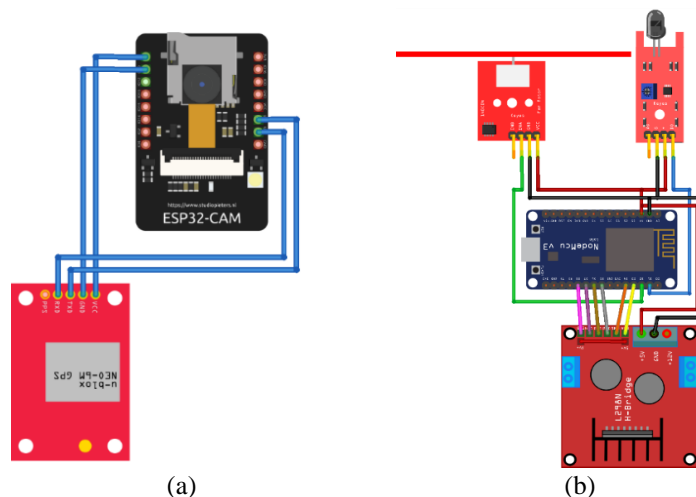
Desain robot REBECCA yang akan dikembangkan selama penelitian dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Desain Robot REBECCA

c. Skematik Robot

Dalam perakitan komponen perangkat kerasnya, REBECCA mengikuti skematik yang telah dibuat pada masing-masing mikrokontroler sesuai sensor-sensornya yang ada pada gambar 3.

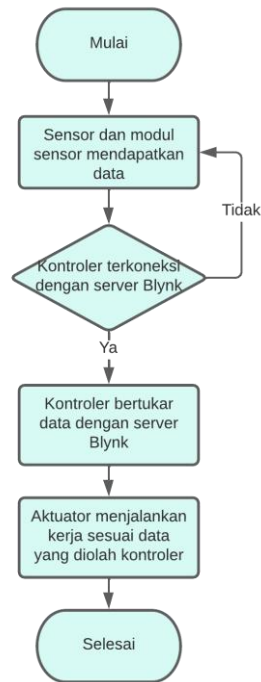


Gambar 3. Skematik rangkaian pada kontroler (a) ESP32-CAM, dan (b) NodeMCU

3.2. Perancangan Perangkat Lunak

a. Diagram Alur Sistem

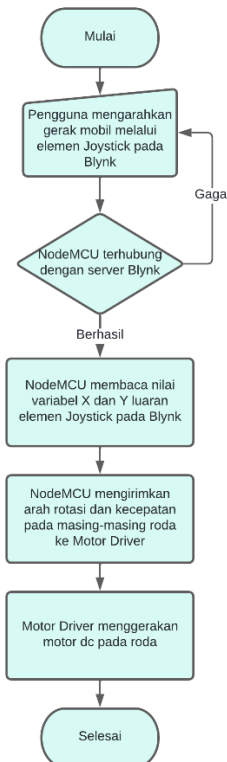
Sistem REBECCA bekerja terlebih dahulu dengan pembacaan sensor terhadap lingkungan untuk kemudian hasil bacaan sensor dikirimkan dan ditampilkan pada aplikasi Blynk. Setelah hasil pembacaan sensor telah selesai dikirimkan ke Blynk, Blynk juga ikut mengirimkan data arah gerak motor 2 dimensi sesuai masukan Joystick yang nantinya akan disimpan ke variabel x dan y dan kondisi nyala kipas ke NodeMCU ESP8266 untuk kemudian NodeMCU mengolahnya pada aktuator yang dituju. Diagram alur sistem secara ringkas dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alur Sistem

b. Diagram Alur Sistem Penggerak Robot

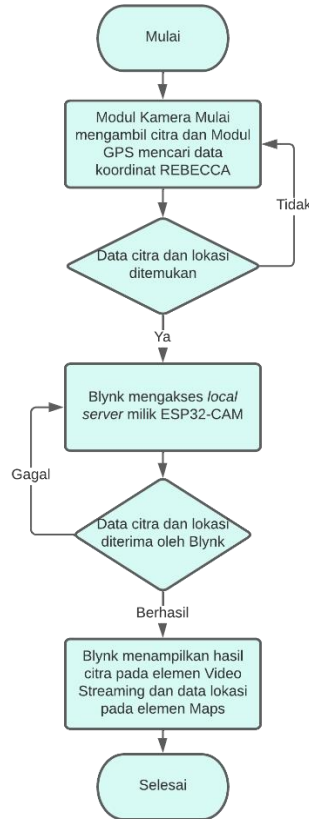
Arah gerak REBECCA dikontrol langsung oleh Motor Driver L289N dengan antarmuka pengguna yang tersedia pada komponen Joystick di aplikasi Blynk untuk kemudian dikirimkan dan diolah datanya pada kontroler NodeMCU ESP8266 sebagai antarmuka Motor Driver L289N. Alur kerja sistem penggerak REBECCA terdapat pada diagram alur sistem Penggerak pada gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alur Sistem Penggerak Mobil

c. Diagram Alur Sistem Monitoring Mobil

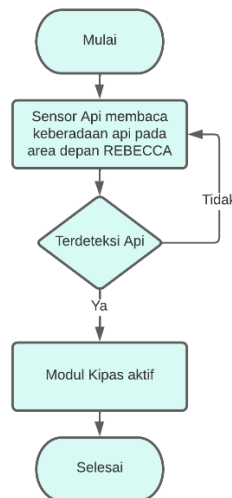
Sistem monitoring pada REBECCA memberikan pengguna informasi berupa lokasi mobil yang ditampilkan pada tampilan maps dan hasil citra area depan mobil. Ketika data lokasi dan citra sudah didapatkan oleh kontroler ESP32 maka kontroler akan mengirimkannya ke server Blynk untuk dapat diakses oleh pengguna melalui aplikasi Blynk di gawai mereka.



Gambar 6. Diagram Alur Sistem Monitoring Mobil

d. Diagram Alur Sistem Pemadaman Api

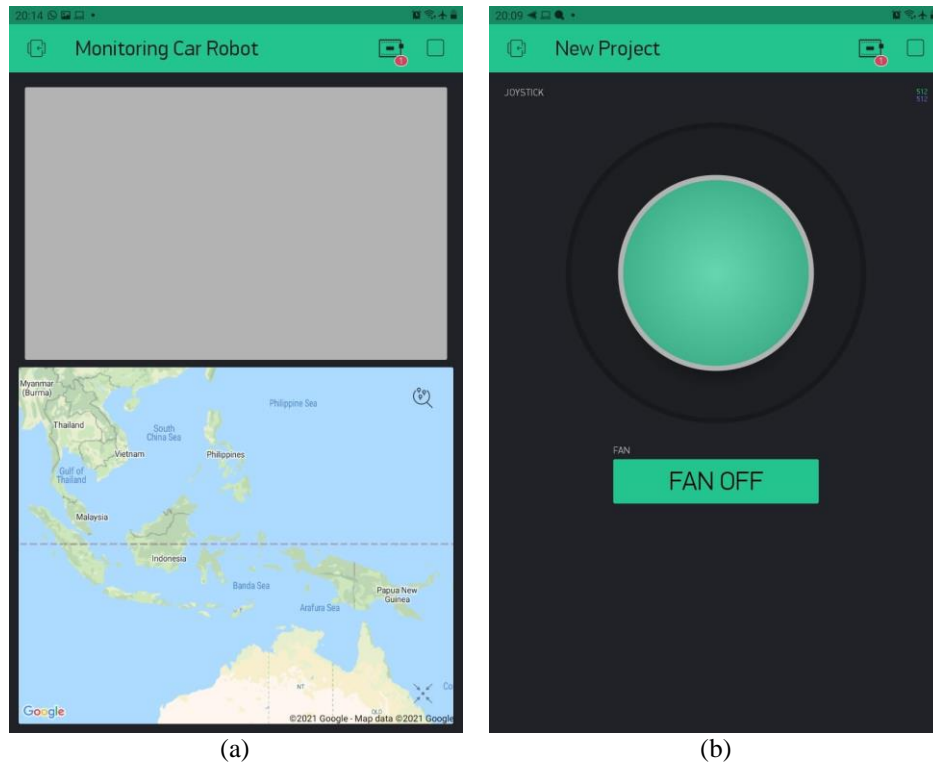
Sistem pemadaman api secara otomatis dimulai dengan mengolah hasil pembacaan sensor api. Ketika sensor api membaca keberadaan api maka sistem akan secara otomatis melakukan pemadaman dengan mengaktifkan modul kipas di area depan mobil.



Gambar 7. Diagram Alur Sistem Pemadaman Api

3.3. Perancangan Tampilan Monitoring

Untuk kebutuhan monitoring REBECCA, penulis menggunakan aplikasi Blynk pada Handphone pengguna. Pada layanan monitoring terdapat komponen video streaming yang berguna untuk menampilkan hasil siaran video dari modul kamera ESP32-CAM serta elemen Maps untuk menampilkan lokasi terkini robot dengan tampilan peta secara visual dengan rancangan tampilan terdapat pada gambar 8(a). Antarmuka kontrol gerak robot dan pengondisian Modul Kipas dengan pengguna dilakukan pada Blynk dengan rancangan yang terdapat pada Gambar 8(b).



Gambar 8. Perancangan Tampilan Monitoring pada Aplikasi Blynk (a) Tampilan Monitoring Lokasi dan Siaran Video REBECCA; dan (b) Tampilan Kontrol Gerak dan Pengondisian Modul Kipas Robot

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perangkat Keras (Hardware)

Pada tahap perangkaian komponen robot, semua komponennya dipasang langsung pada kit mobil yang sudah disiapkan sebelumnya. Hasil perakitan rangkaian perangkat keras pada kit mobil dapat dilihat pada gambar 9.



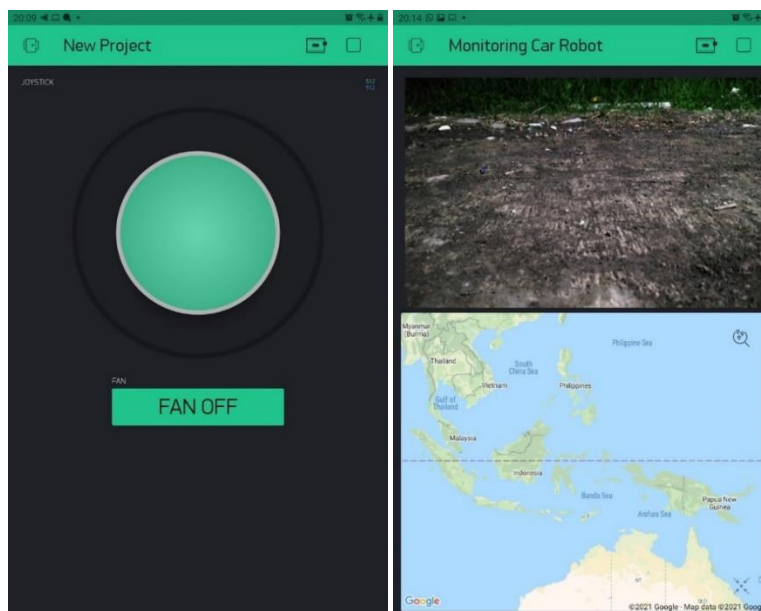
Gambar 9. Hasil Rangkaian Komponen Robot pada Kit Mobil

Pada gambar M mikrokontroler NodeMCU dan ESP32-CAM dan komponen lainnya dirangkai pada kit mobil dengan fungsinya sebagai berikut:

1. Mikrokontroler NodeMCU ESP 8266 berfungsi sebagai antarmuka motor driver L289N dan Modul Kipas dengan Blynk.
2. Mikrokontroler ESP32-CAM berfungsi sebagai antarmuka sensor GPS NEO6MV2 Ublox dan modul kamera ESP32-CAM dengan Blynk.
3. Motor Driver L289N berguna sebagai antarmuka NodeMCU dengan dinamo untuk menguatkan sinyal PWN yang telah dikirimkan oleh NodeMCU sebelumnya ke masing-masing dinamo pada roda.
4. Sensor Api berguna sebagai antarmuka pembacaan api pada area depan REBECCA dengan NodeMCU ESP 8266.
5. Modul GPS NEO6MV2 Ublox berfungsi sebagai modul pembaca lokasi mobil untuk memberikan informasi lokasi REBECCA ke Blynk melalui kontroler NodeMCU.
6. Modul Kipas L9110 berfungsi sebagai alat pemadaman api dini dengan kemampuan pemadaman api skala kecil.

4.2. Hasil Tampilan Monitoring

Hasil pemantauan kondisi dan lokasi REBECCA pada aplikasi Blynk dapat dilihat pada gambar 10 dengan tampilan yang terbagi pada 2 jendela pemantauan.



Gambar 10. Tampilan pemantauan kondisi dan posisi REBECCA pada 2 jendela aplikasi Blynk

Pada gambar 10 dapat dijelaskan bahwa kondisi modul kipas sedang berada pada posisi OFF atau mati yang dapat dikontrol secara manual pada komponen FAN di gambar N sebelah kiri. Pada jendela yang sama dengan jendela kontrol modul kipas ada juga komponen JOYSTICK yang digunakan untuk menentukan arah gerak REBECCA. Pada gambar N di sisi kanan merupakan jendela pemantauan citra kamera yang didapat dari mikrokontroler ESP32-CAM dan hasil pembacaan lokasi REBECCA yang didapat dari hasil pembacaan sensor GPS NEO6MV2 Ublox.

4.3. Pengujian Sistem

Pengujian sistem REBECCA dibagi menjadi 2 (dua) bagian yang terbagi pada masing-masing kontrolernya.

a. Pengujian Mikrokontroler NodeMCU

Pengujian kerja 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 L2896N.

Pengujian kinerja sistem pemadaman api dilakukan dengan menggunakan sumber api berupa korek gas merek TOKAI 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 Blynk.

Tabel 1. Pengujian kinerja pemadaman api dini

Jarak Sensor Api dengan Api Pengujian	Pembacaan Sensor Api	Pembacaan Nilai Modul Kipas pada Blynk	Kondisi Modul Kipas pada Robot
< 15.25 cm	0	0	Mati
> 15.25 cm	0	1	Nyala
< 15.25 cm	1	0	Nyala
< 15.25 cm	1	1	Nyala

Hasil dari pengujian kinerja sistem pemadaman api dini adalah bahwa sistem dapat melakukan pemadaman api kecil dengan jarak maksimum rata-rata adalah sebesar 15,25 cm. Kerja integrasi antara aktivasi Modul Kipas dari pembacaan sensor api dan elemen tombol aktivasi modul kipas pada Blynk sesuai dengan perencanaan yang akan menyalakan Modul Kipas ketika salah satunya terbaca bernilai “1”.

Pengujian kerja gerak robot dilakukan langsung pada robot REBECCA dengan hanya memperhatikan arah gerak robot 2 dimensi. Pengujian berhasil berjalan sesuai set nilai yang diatur pada program. Nilaisumbu X dan Y yang digunakan pada pengujian mengikuti kaidah dan hasil yang tercantum di Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian kinerja gerak robot mobil

Nilai Joystick pada sumbu X	Nilai Joystic 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

b. Pengujian Mikrokontroler ESP32-CAM

Pengujian kerja pada sisi mikrokontroler NodeMCU terbagi menjadi bahasan kerja sistem pembacaan citra oleh modul kamera ESP32-Cam dengan penampilannya pada Blynk serta bahasan mengenai kerja modul GPSNEO6MV2 Ublox.

Tabel 3. Pengujian kerja citra kamera ESP32-CAM pada 15 waktu sampel

Waktu Sampel	Besar Ukuran Citra (Byte)	Delay pengiriman (ms)	Luaran Serial Monitor
1	10790	90	MJPG: 10790B 90ms (10.8fps), AVG: 90ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
2	10790	80	MJPG: 10790B 80ms (12fps), AVG: 85ms(11.8fps), 0+0+0+0=0 0
3	10789	88	MJPG: 10789B 88ms (11.4fps), AVG: 87ms(11.5fps), 0+0+0+0=0 0
4	10795	91	MJPG: 10795B 91ms (11fps), AVG: 88ms(11.4fps), 0+0+0+0=0 0
5	10794	92	MJPG: 10794B 92ms (11fps), AVG: 89ms(11.2fps), 0+0+0+0=0 0
6	10778	94	MJPG: 10778B 94ms (10.6fps), AVG: 90ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0

Waktu Sampel	Besar Ukuran Citra (Byte)	Delay pengiriman (ms)	Luaran Serial Monitor
7	10780	88	MJPG: 10780B 85ms (11.8fps), AVG: 88ms(11.5fps), 0+0+0+0=0 0
8	10788	99	MJPG: 10788B 99ms (10.8fps), AVG: 90ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
9	10786	100	MJPG: 10786B 100ms (10fps), AVG: 92ms(10.9fps), 0+0+0+0=0 0
10	10789	109	MJPG: 10789B 109ms (10.8fps), AVG: 98ms(10.2fps), 0+0+0+0=0 0
11	10792	99	MJPG: 10792B 99ms (9.2fps), AVG: 98ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
12	10780	96	MJPG: 10780B 96ms (10.4fps), AVG: 98ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
13	10786	97	MJPG: 10786B 95ms (10.5fps), AVG: 97ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
14	10793	100	MJPG: 10793B 100ms (10fps), AVG: 98ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0
15	10788	100	MJPG: 10788B 100ms (10fps), AVG: 98ms(10.8fps), 0+0+0+0=0 0

Pengujian sistem pada kerja kamera ESP32-CAM berhasil bekerja dengan delay rendah. Format gambar yang dikirimkan untuk siaran video memiliki format. MJPG seperti hasil keluaran pada serial monitor pada tabel 3. Setelah dilakukan percobaan pengiriman paket gambar sebanyak 15 buah pada percobaan tabel 3 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 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".

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil pengujian robot mobil REBECCA didapati kesimpulan sebagai berikut:

- Pengujian sistem monitoring pada REBECCA yang difokuskan pada pengujian kinerja modul kamera ESP32-CAM dan Modul GPS berhasil bekerja dengan baik. Delay pengiriman citra rata-rata dari 15 sampel yang diambil adalah 98ms.
- Pengujian sistem kerja gerak robot pada REBECCA yang difokuskan pada pengujian kinerja NodeMCU dalam menerima data arah gerak robot mobil berhasil dan sesuai dengan ketentuan yang dibuat.
- Pengujian sistem sistem pemadaman api dini pada REBECCA yang difokuskan pada pengujian kinerja sensor api dan modul kipas berhasil dengan jarak deteksi maksimum adalah sejauh 15,25 cm dan daya padam api relatif kecil dengan jarak maksimum pemadaman 31cm.
- Robot mobil REBECCA dapat dioperasikan jika robot dan gawai pengguna menggunakan jaringan yang sama.

REFERENSI

- [1] Menteri Kehutanan, Peraturan Menteri Nomor 12, Jakarta, 2009.
- [2] "NodeMCU Documentation," [Online]. Available: www.nodemcu.com. [Accessed 1 April 2022].
- [3] H. J. S. N. T. S. M. S. S. Dedi Setiawan, "IMPLEMENTASI ESP32-CAM DAN BLYNK PADA WIFI DOOR LOCK," *Journal of Science and Social Research*, vol. 5, no. 1, pp. 159-164, 2022.
- [4] R. P. Pratama, "APLIKASI WEBSERVER ESP8266 UNTUK PENGENDALI," *INVOTEK*, vol. 17, no. 2, pp. 39-44, 2017.
- [5] F. B. G. K. A. K. S. Achmad Subhan KH, "SISTEM PEMANTAU KEBAKARAN DAN PEMBALAKAN LIAR HUTAN MENGGUNAKAN PERANGKAT EMBEDDED SERVER EBOX4300 DAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL 802.15.," in *Industrial Electronic Seminar*, Surabaya, 2009.
- [6] H. Saputra, "PROTOTIPE ROBOT MOBIL PEMADAM API BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO MEGA 2560," President University, Bekasi, 2018.
- [7] A. N. R. E. Marina Artiyasa, "Aplikasi Smart Home Node MCU IOT untuk Blynk," *Jurnal Rekayasa Teknologi Nusa Putra*, vol. 7, no. 1, pp. 1-7, 2020.