

# Perancangan dan Implementasi Robot Beroda Kendali Jarak Jauh sebagai Alat Uji Kualitas Jaringan WLAN Berbasis Raspberry Pi 3

Asril Rahmat Prakoso<sup>a</sup>, Sandy Putra Dharma Pratama<sup>b</sup>, Riza Agung Firmansyah<sup>c\*</sup>, Wahyu Setyo Pambudi<sup>d</sup>, Yuliyanto Agung Prabowo<sup>e</sup>, Syahri Muharom<sup>f</sup>

<sup>a,b,c,d,e,f</sup> Program Studi Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Indonesia

<sup>c</sup>\*correspondence email : rizaagungf@itats.ac.id

*Abstract—Wireless LAN (WLAN) network quality in indoor environments is significantly affected by distance, building conditions, and physical obstacles such as concrete walls, glass, and other materials. Manually testing WiFi signal quality at multiple points is repetitive, time-consuming, and potentially leads to data inconsistencies. Therefore, this research aims to design and build a WiFi service coverage area testing system using a Raspberry Pi 3-based remote-controlled wheeled robot as a more efficient and controlled measurement alternative. The robot functions as a mobile platform that acts as a WiFi client to measure Received Signal Strength Indicator (RSSI) values at various coordinate points in the test environment. The system was developed using a Raspberry Pi 3 as the control center, Python programming for the control system and RSSI reading using the PyWiFi library, and OpenCV for real-time camera display. The robot is controlled via a remote interface and moves according to a predetermined coordinate scheme. Tests were conducted at 35 measurement points, comparing the RSSI results from the robot prototype with the WiFi Analyzer application on an Android device. The test results show that RSSI variations are influenced by the distance from the access point and the physical environmental conditions. Data comparison shows an average error percentage of 5.51%, which indicates a system success rate of 94.49%.*

**Index Terms**— Wireless LAN (WLAN); OpenCV ; Raspberry Pi 3; Python.

*Abstrak—* Kualitas jaringan Wireless LAN (WLAN) pada lingkungan dalam ruangan sangat dipengaruhi oleh jarak, kondisi bangunan, serta hambatan fisik seperti dinding beton, kaca, dan material lainnya. Proses pengujian kualitas sinyal WiFi secara manual pada banyak titik bersifat repetitif, memakan waktu, dan berpotensi menghasilkan ketidakkonsistenan data. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang dan membangun sistem pengujian service coverage area WiFi menggunakan robot beroda kendali jarak jauh berbasis Raspberry Pi 3 sebagai alternatif pengukuran yang lebih efisien dan terkontrol. Robot berfungsi sebagai platform bergerak yang bertindak sebagai client WiFi untuk mengukur nilai Received Signal Strength Indicator (RSSI) pada berbagai titik koordinat di lingkungan uji. Sistem dikembangkan menggunakan Raspberry Pi 3 sebagai pusat kendali, pemrograman Python untuk sistem kendali dan pembacaan RSSI menggunakan pustaka PyWiFi, serta OpenCV untuk tampilan kamera secara real-time. Robot dikendalikan melalui antarmuka jarak jauh dan bergerak mengikuti skema koordinat yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan pada 35 titik pengukuran dengan membandingkan hasil RSSI dari prototipe robot terhadap aplikasi Wifi Analyzer pada perangkat Android. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi RSSI dipengaruhi oleh jarak access point dan kondisi lingkungan fisik. Perbandingan data menunjukkan rata-rata persentase error sebesar 5,51%, yang mengindikasikan tingkat keberhasilan sistem sebesar 94,49%.

**Kata Kunci**— Wireless LAN (WLAN); OpenCV; Raspberry Pi 3; Python.

## I. INTRODUCTION

WiFi coverage area adalah daerah cakupan yang dapat dijangkau sebuah perangkat wireless untuk memancarkan sinyal kepada pengguna atau end device. Meskipun coverage area dapat dihitung dalam satuan luas, ada beberapa faktor yang dapat mengurangi nilai dari coverage area tersebut, diantaranya dinding beton, keramik, kaca dan lain – lain sesuai dengan kondisi gedung atau ruangan. Hal ini sesuai dengan apa yang dituliskan Jiang dalam penelitiannya yang berjudul 5G WiFi Signal-Based Indoor Localization System Using Cluster k-Nearest Neighbor Algorithm, mengatakan bahwa kekuatan sinyal yang diterima pengguna Access Pont, juga bergantung pada jalur sinyal Access Pont, pelemahan sinyal, dan perubahan kondisi lingkungan di dalam gedung. Sehingga perlu strategi untuk menentukan letak

pemasangan Access Point [1].

Berhubungan dengan penggunaan Raspberry Pi 3, jurnal berjudul “RC Surveillance car using raspberry pi 3 along with smartphone controller by Wi-Fi and Bluetooth technologies” telah dijelaskan jika Raspberry Pi 3 dapat digunakan sebagai pusat control sebuah mobil kontrol surveillance yang dapat dikendalikan jarak jauh melalui protokol WiFi, sistem pada penelitian ini juga memaparkan bahwa modul kamera dapat ditambahkan untuk memudahkan pengguna dalam melakukan kendali dan navigasi tanpa harus melihat mobil secara langsung. Dengan adanya referensi ini sangat memungkinkan jika metode tersebut juga diterapkan untuk menyelesaikan masalah pengujian kualitas jaringan WiFi, agar pengujinya bisa mengendalikan suatu prototipe dari jarak jauh tanpa harus berjalan dari ruang ke ruang [4].

Berdasarkan uraian-uraian di atas, maka penelitian ini mencoba merancang metode untuk mengukur service coverage area Wi-Fi menggunakan robot beroda kendali jarak jauh menggunakan Raspberry Pi 3. Penelitian ini mencoba menggabungkan perangkat microcontroller yang bertindak sebagai Wi-Fi client dan mengambil data Receive Signal Strength Indicator (RSSI) dan sebagai pengendali motor dc untuk menggerakkan arah roda pada robot. Robot pada penelitian ini akan menjadi sangat penting bagi pengujian kualitas sinyal pada lokasi yang luas dan banyaknya jumlah titik yang harus dilalui, karena hal yang dilakukan oleh pengujinya untuk mendapatkan nilai RSSI bersifat monoton dan banyak, dimana sifat pekerjaan semacam inilah yang dapat dengan mudah digantikan oleh sebuah robot agar pekerjaan lebih efektif dan tidak menghabiskan banyak tenaga. Pada hasil akhir penelitian ini, diharapkan dengan alat ini kita dapat mengambil parameter yang dibutuhkan untuk menguji kualitas sinyal dengan kendali jarak jauh, dengan itu pengguna akan lebih mudah dan meminimalisir tenaga yang dibutuhkan untuk menelusuri seluruh sudut ruang atau gedung yang diuji.

Urgensi penelitian ini terletak pada kebutuhan akan metode pengujian kualitas jaringan WiFi yang lebih efisien, konsisten, dan representatif terhadap kondisi nyata di dalam gedung. Proses pengukuran RSSI secara manual pada banyak titik bersifat repetitif, memakan waktu, serta rentan terhadap inkonsistensi posisi dan orientasi pengujinya. Dengan memanfaatkan robot beroda kendali jarak jauh sebagai platform pengukuran bergerak, proses evaluasi service coverage area dapat dilakukan secara lebih sistematis dan terkontrol, sehingga hasil pengujian diharapkan lebih akurat, mudah direplikasi, dan relevan untuk perencanaan serta optimasi jaringan WiFi pada lingkungan dalam ruangan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kualitas jaringan WLAN dipengaruhi oleh faktor perangkat, jarak, serta kondisi lingkungan bangunan. Studi yang memanfaatkan pengukuran RSSI menggunakan Ekahau Heatmapper berhasil memetakan variasi kualitas sinyal berdasarkan jarak dan hambatan fisik, namun analisis yang dilakukan masih bersifat deskriptif dan terbatas pada visualisasi peta sinyal, tanpa evaluasi kinerja jaringan secara kuantitatif terhadap parameter layanan jaringan lainnya [2].

Pengembangan alat ukur kualitas jaringan berbasis Raspberry Pi 3 menawarkan solusi berbiaya rendah dengan mengukur parameter ping, download rate, dan upload rate. Meskipun hasilnya menunjukkan performa yang relatif sebanding dengan laptop, penelitian ini belum mengaitkan parameter kualitas jaringan tersebut dengan kondisi propagasi sinyal, seperti RSSI atau pengaruh lingkungan fisik, sehingga hubungan antara kualitas sinyal dan kualitas layanan belum dianalisis secara mendalam [3].

Sementara itu, pemanfaatan Raspberry Pi pada sistem surveillance car lebih menekankan aspek implementasi perangkat keras dan komunikasi nirkabel, tanpa evaluasi terstruktur terhadap kualitas dan keandalan jaringan WiFi yang digunakan untuk transmisi data visual secara real-time [4]. Berdasarkan keterbatasan tersebut, masih terbuka peluang penelitian yang mengintegrasikan analisis kualitas sinyal (RSSI), kondisi lingkungan, serta parameter kualitas layanan jaringan secara bersamaan, sehingga diperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai performa jaringan WLAN pada lingkungan dalam ruangan.

Sejalan dengan kebutuhan integrasi antara kualitas sinyal dan kualitas layanan jaringan sebagaimana ditunjukkan pada penelitian terdahulu, RSSI menjadi salah satu parameter penting yang banyak digunakan untuk merepresentasikan kondisi propagasi sinyal nirkabel. RSSI menggambarkan kekuatan sinyal radio yang diterima oleh receiver dan secara teoritis dapat dikaitkan dengan jarak antara transmitter dan receiver melalui daya sinyal terima dalam satuan desibel. Oleh karena itu, RSSI sering dimanfaatkan sebagai indikator awal dalam analisis performa jaringan WLAN, khususnya pada lingkungan dalam ruangan yang dipengaruhi oleh jarak dan hambatan fisik [5].

Namun demikian, pemanfaatan RSSI sebagai parameter tunggal masih memiliki keterbatasan karena

nilainya sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan, seperti multipath, interferensi, dan karakteristik perangkat. Hubungan antara RSSI dan jarak tidak selalu bersifat linier, sehingga diperlukan analisis yang lebih komprehensif dengan mengombinasikan RSSI dan parameter kualitas layanan jaringan lainnya agar evaluasi performa WLAN tidak hanya bersifat deskriptif, tetapi juga lebih representatif terhadap kondisi operasional sebenarnya.

Sistem kendali robot beroda merupakan komponen fundamental yang menentukan kemampuan mobilitas, navigasi, dan manuver robot. Secara umum, sistem ini tersusun atas sensor, unit pemrosesan, dan aktuator yang bekerja secara terintegrasi untuk memungkinkan robot merespons lingkungan secara tepat. Sensor, seperti encoder roda, sensor jarak, dan sensor inersial, menyediakan informasi kondisi lingkungan dan status gerak robot yang kemudian diolah oleh unit pemrosesan menggunakan algoritma kendali, seperti PID atau metode navigasi lainnya, untuk menghasilkan perintah gerak pada motor penggerak roda.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas sistem kendali robot beroda dari sisi navigasi dan stabilitas gerak, fokus kajian umumnya masih terpusat pada aspek kontrol pergerakan dan efisiensi manuver. Evaluasi sistem kendali jarang dikaitkan dengan fungsi tambahan robot sebagai platform pengukuran atau pengujian parameter lain, khususnya dalam konteks pengujian kualitas jaringan nirkabel. Padahal, pergerakan robot secara langsung memengaruhi kondisi komunikasi nirkabel, seperti perubahan jarak, orientasi, dan hambatan lingkungan.

Oleh karena itu, sistem kendali robot beroda memiliki potensi untuk dikembangkan tidak hanya sebagai sarana mobilitas, tetapi juga sebagai platform bergerak yang mendukung pengambilan data secara dinamis. Integrasi sistem kendali robot dengan fungsi pengukuran kualitas jaringan WLAN membuka peluang analisis yang lebih representatif terhadap kondisi nyata, sekaligus memperluas pemanfaatan robot beroda di luar fungsi navigasi konvensional [6].

### III. METODOLOGI

#### A. Perancangan Mekanik Robot

Pada penelitian ini, robot beroda yang dikendalikan jarak jauh berfungsi sebagai pengganti manusia dalam melakukan pengujian sinyal WiFi secara bergerak dari satu titik ke titik lainnya. Sistem dikembangkan menggunakan pemrograman Python dan PHP dengan antarmuka berbasis web, Raspberry Pi 3 sebagai pusat kendali, serta protokol WiFi sebagai media komunikasi untuk pengendalian robot. Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1, komponen output utama terdiri atas motor DC dan motor servo. Motor DC digunakan untuk mengatur pergerakan robot dengan empat arah dasar, yaitu maju, mundur, belok kiri, dan belok kanan, berdasarkan perintah yang dikirimkan melalui antarmuka web dan diproses oleh Raspberry Pi 3. Sementara itu, arah kamera diatur menggunakan dua motor servo yang dipasang dengan bracket, di mana satu servo mengendalikan gerakan horizontal dan servo lainnya mengendalikan gerakan vertikal kamera.

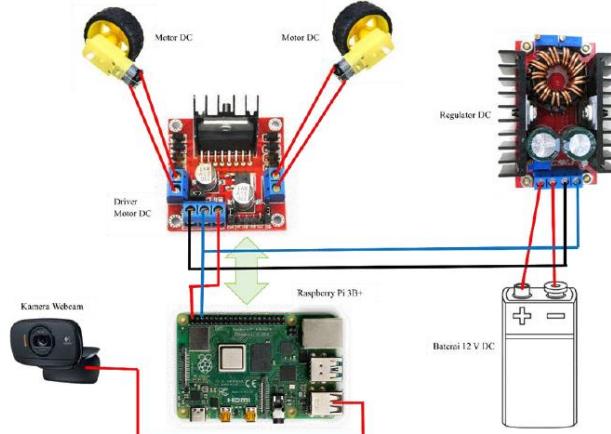


Gambar. 1. Mobile robot yang digunakan

#### B. Perancangan Perangkat Keras

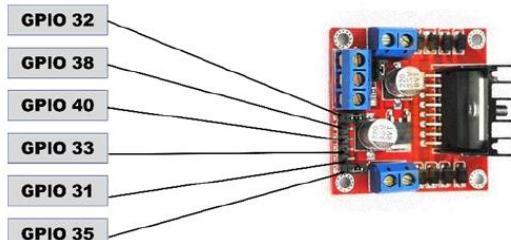
Pada bagian ini, akan dilakukan perangkain terhadap seluruh komponen yang dibutuhkan menggunakan kabel jumper dan kabel power sesuai kebutuhan, rangkain tersebut dapat dilihat pada gambar 2. Dari gambar 3.2. dapat dilihat bahwa sumber tenaga dari robot ini adalah baterai lippo 3 cell 12

v DC, arus dari baterai tersebut harus melalui regulator DC terlebih dahulu karena perlu dilakukan step down menjadi 5 V DC untuk dapat aman masuk ke rangkaian lainnya. Setelah di step down, arus dari regulator akan mengarah untuk memberikan tenaga pada Raspberry Pi 3B+ dan Driver Motor DC, yang membutuhkan 5 V DC. Kemudian dari Raspberry Pi 3B+ tersebut akan terhubung ke kamera webcam untuk menampilkan kondisi di depan robot, dan juga terhubung ke driver motor DC untuk mengatur gerakan motor DC menggunakan beberapa pin pada Raspberry PI 3B+. Sedangkan alokasi/konfigurasi pin dari Raspberry Pi 3B+ bisa dilihat pada gambar 3.



Gambar. 2. Blok diagram koneksi antar komponen

Dari gambar 3, ada 6 pin pada Raspberry Pi 3B+ yang digunakan untuk mengontrol driver motor DC yang terhubung, 6 pin tersebut akan berfungsi untuk memberikan output digital sesuai program agar Motor DC dapat bergerak sesuai dengan yang diinginkan.



Gambar. 3. Koneksi Raspberry Pi 3 B+ ke motor driver

### C. Perancangan Sistem Kendali Robot

Sistem kendali robot pada penelitian ini diimplementasikan menggunakan bahasa pemrograman Python, yang berfungsi untuk mengendalikan pergerakan robot sekaligus menampilkan tampilan kamera secara real-time. Program memanfaatkan OpenCV sebagai antarmuka visual dan input keyboard sebagai media kendali laju serta arah pergerakan roda. Dengan pendekatan ini, pengguna dapat mengoperasikan robot sambil memantau kondisi lingkungan secara langsung melalui kamera yang terpasang.

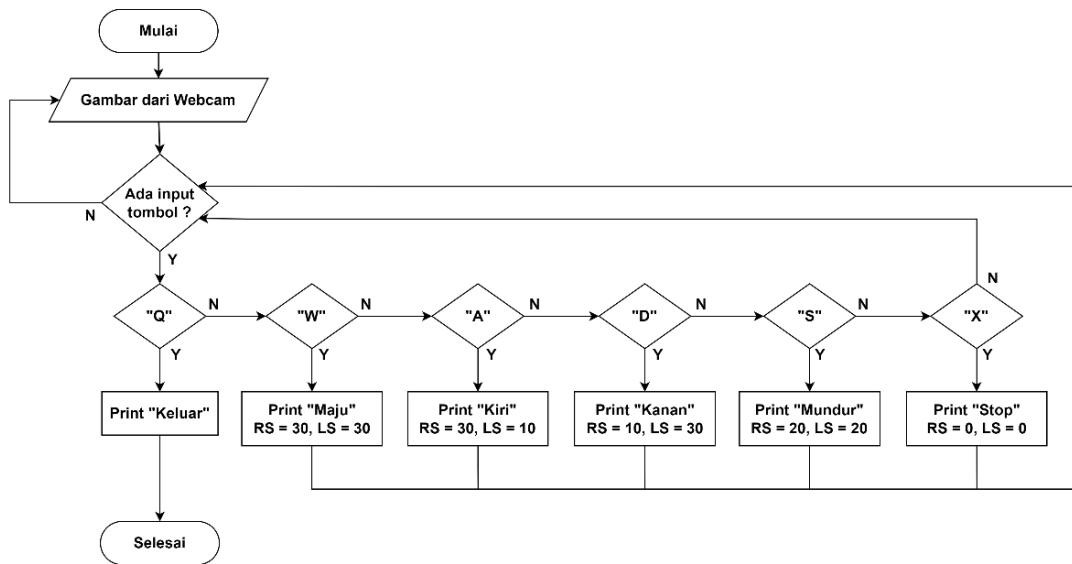
Pada tahap awal, program mengimpor beberapa library yang diperlukan untuk mendukung fungsi sistem. Library NumPy digunakan untuk kebutuhan komputasi dasar, imutils sebagai utilitas pendukung OpenCV, cv2 sebagai library utama untuk pengolahan citra dan video, serta RPi.GPIO untuk mengakses dan mengendalikan pin GPIO pada Raspberry Pi. Setelah itu, dilakukan konfigurasi pin GPIO yang terhubung dengan rangkaian motor, yaitu pin untuk motor kiri dan kanan beserta pin pengatur kecepatan. Mode GPIO diatur menggunakan skema BOARD, dan fitur Pulse Width Modulation (PWM) diaktifkan pada pin tertentu untuk mengendalikan kecepatan motor secara bertahap. Dua objek PWM dibuat untuk motor sisi kiri dan kanan, yang pada awalnya dijalankan dengan kecepatan nol.

Selanjutnya, kamera diinisialisasi menggunakan fungsi VideoCapture dari OpenCV. Resolusi tampilan diatur menjadi  $640 \times 480$  piksel agar menghasilkan kualitas visual yang cukup jelas namun tetap ringan untuk diproses oleh Raspberry Pi. Setelah proses inisialisasi selesai, program memasuki loop utama yang

berjalan secara terus-menerus selama sistem aktif. Pada setiap iterasi, frame gambar diambil dari kamera dan ditampilkan pada jendela OpenCV. Informasi tambahan berupa teks yang menunjukkan nilai RSSI ditampilkan pada sudut frame sebagai indikator kondisi sinyal di lokasi robot saat itu.

Di dalam loop yang sama, program mendeteksi input dari keyboard untuk mengendalikan pergerakan robot. Tombol tertentu digunakan untuk mengatur arah gerak, seperti maju, mundur, belok kiri, dan belok kanan, dengan cara mengatur logika pin GPIO serta nilai PWM pada motor. Tombol khusus juga disediakan untuk menghentikan robot atau mengakhiri program. Ketika perintah keluar diberikan, program secara otomatis menghentikan seluruh motor, menonaktifkan GPIO, melepaskan akses kamera, dan menutup semua jendela OpenCV.

Secara keseluruhan, program ini membentuk sistem kendali yang sederhana namun fungsional, di mana pengguna dapat mengoperasikan robot beroda secara real-time melalui keyboard sambil memantau kondisi lingkungan dan informasi sinyal WiFi melalui tampilan kamera. Integrasi antara OpenCV, GPIO, dan input pengguna menjadikan sistem ini sesuai untuk kebutuhan pengujian jaringan WLAN berbasis platform bergerak.



Gambar. 4. Diagram alir kendali pergerakan robot

#### D. Perancangan Sistem Pembaca Kekuatan Sinyal WiFi

Pembaca kekuatan sinyal pada penelitian ini menggunakan pustaka PyWiFi untuk melakukan pemindaian dan memantau RSSI (Received Signal Strength Indication) dari jaringan WiFi yang terdeteksi. Pertama, program menginisialisasi antarmuka WiFi dengan menggunakan indeks antarmuka yang diberikan. Kemudian, dalam sebuah loop tak terbatas, program melakukan pemindaian jaringan WiFi setiap dua detik sekali. Setelah pemindaian selesai, program mencetak hasilnya, menampilkan SSID (Service Set Identifier) dan nilai RSSI dari setiap jaringan yang terdeteksi. Informasi RSSI mencerminkan kekuatan sinyal yang diterima oleh perangkat pada jaringan WiFi tersebut. Program kemudian memberikan jeda selama 10 detik sebelum melakukan pemindaian berikutnya.

Program dapat dihentikan dengan menekan tombol Ctrl + C, yang akan memunculkan penanganan pengecualian untuk menghentikan pemindaian dengan aman. Jika tidak ada antarmuka WiFi yang ditemukan dengan indeks yang diberikan, program memberikan pesan kesalahan yang sesuai. Selain itu, jika terjadi kesalahan lain selama eksekusi, program mencetak pesan kesalahan yang terperinci. Untuk menggunakan program ini, pengguna perlu menjalankannya dan mengganti nilai `interface_index` sesuai dengan indeks antarmuka WiFi yang sesuai. Program ini memberikan wawasan tentang kualitas sinyal WiFi di sekitar pengguna dan dapat digunakan, misalnya, untuk pemantauan kekuatan sinyal dalam suatu area.

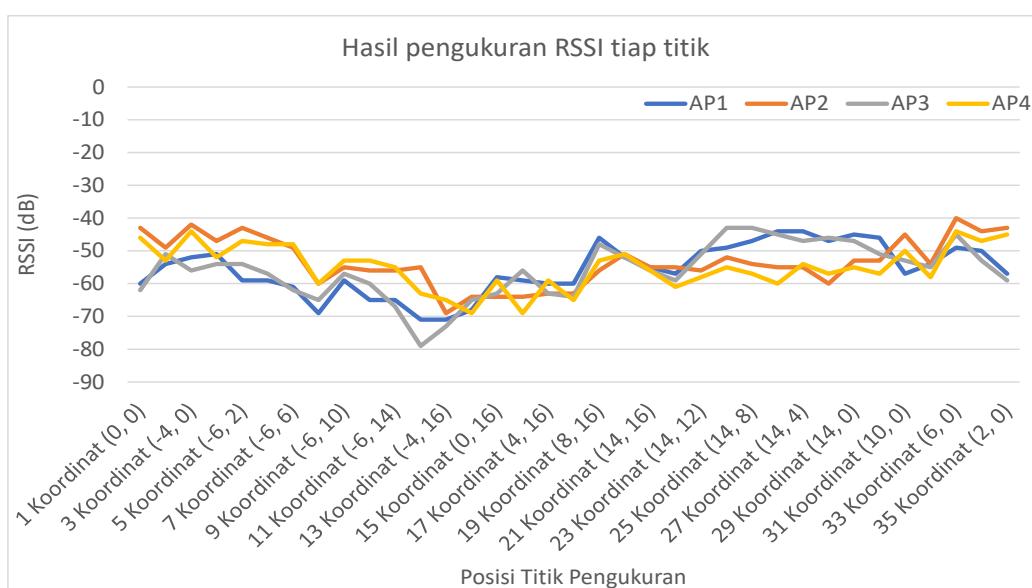
#### IV. HASIL DAN ANALISIS

##### A. Pengukuran RSSI

Berdasarkan hasil pengambilan data pada 35 titik koordinat, diperoleh nilai RSSI dari empat access point yang menunjukkan variasi kualitas sinyal di seluruh area uji. Koordinat merepresentasikan posisi robot pada bidang lantai, dengan titik (0,0) berada di depan Laboratorium Robotika. Secara umum, klasifikasi warna menunjukkan bahwa kualitas sinyal tersebar dari kategori kurang, cukup, hingga baik, bergantung pada lokasi pengukuran.

Hasil pengujian memperlihatkan bahwa variasi nilai RSSI terutama dipengaruhi oleh dua faktor utama. Faktor pertama adalah jarak antara access point dan robot, di mana kecenderungan penurunan RSSI relatif mengikuti pola linier, yaitu semakin jauh jarak maka nilai RSSI semakin kecil. Faktor kedua adalah kondisi lingkungan pengujian, seperti keberadaan dinding beton, kaca, dan material lain yang menyebabkan redaman sinyal berbeda-beda pada setiap titik.

Untuk memvalidasi hasil pengukuran, data RSSI dari prototipe robot dibandingkan dengan aplikasi Wifi Analyzer pada perangkat Android menggunakan skema pengujian dan titik yang sama. Hasil perbandingan menunjukkan bahwa rata-rata persentase error pengukuran berada pada kisaran 5,30% untuk access point Planetary Zone dan 5,72% untuk access point TOOLKIT. Nilai error yang relatif kecil ini menunjukkan bahwa hasil pengukuran RSSI menggunakan prototipe robot memiliki tingkat kesesuaian yang baik dengan alat uji yang telah digunakan secara umum, sehingga sistem yang dikembangkan dapat dinyatakan andal untuk pengujian kualitas jaringan WLAN.

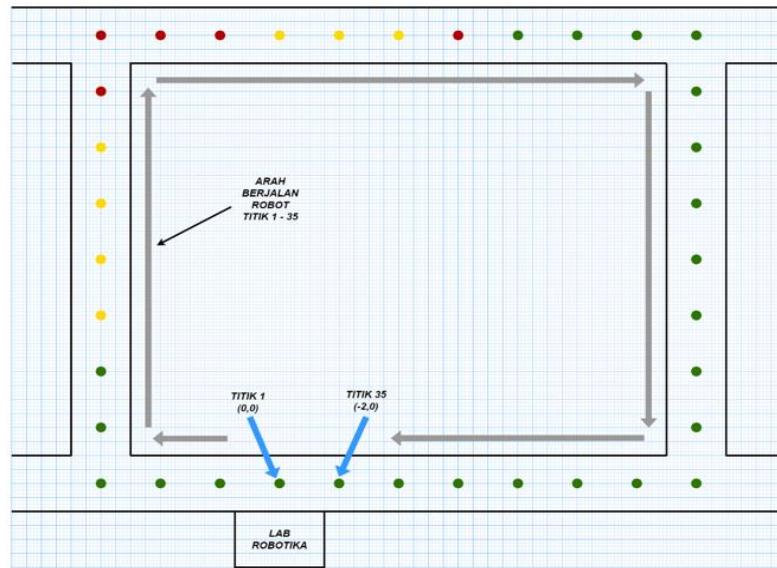


Gambar. 5. Hasil pengukuran RSSI pada tiap titik

##### B. Pemetaan dengan Robot

Dari tabel pengujian tersebut, dapat di lihat bahwa sebagian besar area pengujian telah tercover sinyal access point dengan baik, tetapi terdapat beberapa titik dimana robot mendapatkan sinyal yang relative kurang dari ke empat access point. Titik-titik tersebut dapat dilihat pada gambar 6 berikut. Dapat dilihat bahwa terdapat 5 titik merah yang menandakan area tersebut sangat kurang terjangkau oleh seluruh SSID yang diuji, sinyal dari ke empat access point yang diuji terukur sangat kurang, maka dari itu diperlukan adanya penambahan access point di area tersebut atau diperlukan pengaturan penambahan power access point existing di dekat area tersebut, atau dilakukan penambahan perangkat access point. Pada lingkungan uji, juga terdapat perbedaan sekat pembatas antara titik yang dilalui oleh robot, perbedaan material tersebut juga dapat mempengaruhi kualitas sinyal yang didapatkan, dikarenakan adanya noise yang berbeda beda pada tiap titik. Maka dari itum diperlukan adanya perhatian yang lebih ketika akan menambahkan perangkat access point baru agar sebaran sinyalnya bisa optimal dan tidak terhalang oleh material dengan noise yang besar seperti beton, kaca, dan benda-benda padat lainnya. Kemudian dari tabel perbandingan pengukuran antara dengan robot dan Wifi Analyzer, didapatkan bahwa rata-rata

presentase error keseluruhan adalah sebesar  $5,3\% + 5,72\% : 2 = 5,51\%$ . Dimana dari presentase error tersebut dapat diketahui juga bahwa presentase keberhasilan sistem dalam membaca nilai RSSI pada penelitian ini adalah sebesar  $100\% - 5,51\% = 94,49\%$ .



Gambar. 6. Pemetaan kualitas sinyal wifi

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan seluruh tahapan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Raspberry Pi 3 B+ memiliki spesifikasi yang memadai untuk mengendalikan seluruh fungsi sistem, dengan rata-rata penggunaan CPU berada pada kisaran 30–40%. Pemanfaatan library pywifi berbasis Python terbukti tepat karena memberikan fleksibilitas dalam proses pengambilan dan pengolahan data RSSI. Selain itu, skenario pengujian yang efektif dilakukan dengan memetakan ruang uji ke dalam koordinat tertentu, kemudian menjalankan robot menuju titik-titik tersebut untuk memperoleh kondisi sinyal secara terstruktur. Secara keseluruhan, sistem yang dirancang menunjukkan kinerja yang baik dengan tingkat keberhasilan pengukuran nilai RSSI sebesar 94,49%, sehingga prototipe ini layak digunakan sebagai alat uji kualitas jaringan WLAN.

## REFERENCES

- [1] F. Yu *et al.*, “5 G WiFi Signal-Based Indoor Localization System Using Cluster k -Nearest Neighbor Algorithm,” *Int. J. Distrib. Sens. Networks*, vol. 2014, 2014, doi: 10.1155/2014/247525.
- [2] N. Gunantara, P. K. Sudiarta, A. A. N. A. I. Prasetya, A. Dharma, and I. N. Gde Antara, “Measurements of the Received Signal Level and Service Coverage Area at the IEEE 802.11 Access Point in the Building,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 989, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/989/1/012014.
- [3] L. Joshua F Sudarsono, Gede Sukadarmika, “Rancang Bangun Alat Ukur Kualitas Jaringan Berbasis Raspberry Pi 3 Model B,” *Raspberry Pi 3 Model B*, vol. 20, no. 1, p. 1, 2021, [Online]. Available: <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JTE/article/view/69087>.
- [4] C. H. N. S. K. Chaitanya, “RC Surveillance car using raspberry pi 3 along with smartphone controller by Wi-Fi and Bluetooth technologies,” vol. 8, no. 4, pp. 915–920, 2021.
- [5] M. N. Abdillah and S. Hadi, “Analisis Sistem Pengukuran Jarak Menggunakan Wireless Xbee Berdasarkan Nilai Received Signal Strength Indicator,” no. m, pp. 1–12, 2018.
- [6] N. F. Puspitasari, “Analisis Rssi ( Receive Signal Strength Indicator ) Terhadap Ketinggian Perangkat Wi-Fi Di Lingkungan Indoor Nila Feby Puspitasari Pendahuluan Latar Belakang Masalah Batasan Masalah Tujuan dan Manfaat Penelitian Dasar Teori Wi-Fi ( Wireless Fidelity ) Ars,” *J. Ilm. Dasi*, vol. 15, no. 04, pp. 32–38, 2018.