

PERANCANGAN DAN ANALISA SISTEM KOMUNIKASI DATA ANTAR DUA ROBOT SEPAK BOLA BERODA MENGGUNAKAN WIFI

Pratiwi Yuliyanti¹, Rummi Sirait²

1. Electrical Engineering, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
pratiwiyuliyanti@gmail.com
2. Electrical Engineering, Universitas Budi Luhur
Jakarta, Indonesia
rummi.sirait@budiluhur.ac.id

ABSTRAK

Pada tugas akhir ini telah dirancang sistem komunikasi data antar dua robot sepak bola beroda menggunakan wifi. Sistem yang dirancang terdiri controller pada PC, router yang terhubung dengan PC, modul WiFi NodeMCU yang terdapat pada robot sebagai penerima dan pengirim data. Pada prinsip kerjanya PC dan modul WiFi NodeMCU harus terkoneksi dengan router, perintah dari PC yang digunakan akan mengirimkan data ke server, lalu modul WiFi NodeMCU yang terdapat pada robot A kemudian akan mengambil data tersebut pada server dan kemudian NodeMCU akan mengirim secara serial ke arduino Mega2560 pada robot sehingga robot dapat bergerak setelah itu data dikirimkan kembali ke server agar robot B dapat mengakses data dari robot A. Hasil yang didapatkan pada perancangan sistem komunikasi antar dua robot menggunakan wifi ini adalah komunikasi yang terjalin antara robot A dan robot B dapat berjalan dengan baik, karena pada jarak maksimum 30 meter robot masih dapat berkomunikasi serta didapatkan data hasil pengujian QoS yaitu delay dengan nilai tertinggi 0,627939 detik pada jarak 10 meter, throughput dan packet loss.

Kata kunci: Modul WiFi NodeMCU, Arduino Mega2560, Robot Sepak Bola Beroda, QoS (Quality of Service), Komunikasi Antar Dua Robot

ABSTRACT

In this final project has been designed data communication system between two wheeled soccer robot using wifi. The designed system consists of a controller on a PC, a router connected to a PC, a NodeMCU WiFi module contained in the robot as a receiver and sender of data. On the working principle the PC and WiFi NodeMCU module must be connected to the router, the command from the PC used will send data to the server, then the WiFi NodeMCU module contained in robot A will then retrieve the data on the server and then NodeMCU will send serially to arduino Mega2560 on the robot so that the robot can move after that the data is sent back to the server so that robot B can access data from robot A. The results obtained in the design of the communication system between two robots using wifi is that the communication between robot A and robot B can run well, because at a maximum distance of 30 meters the robot can still communicate, and obtained QoS test results data that is delay with the highest value of 0.627939 seconds at a distance of 10 meters, throughput and packet loss.

Keywords— NodeMCU WiFi Module, Arduino Mega2560, Wheeled Wheeled Robot, QoS (Quality of Service), Communication Between Two Robots

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi telekomunikasi sebagai sarana mempercepat proses penyampaian informasi, maka ilmu pengetahuan dan teknologi diarahkan pada penyampaian informasi yang lebih efisien dan praktis. Teknologi jaringan dapat digunakan untuk

mempermudah dalam hal untuk mendistribusikan data dalam suatu pekerjaan.

Pada penelitian [1] menjelaskan bahwa Arduino merupakan sistem mikrokontroler yang saat ini banyak digunakan untuk pengendalian. Salah satu aplikasi dari arduino yaitu untuk pengendalian robot beroda. Aplikasi arduino untuk pengendalian robot

beroda menggunakan komunikasi wireless merupakan pengembangan sekaligus awal untuk penelitian robot berbasis arduino selanjutnya. Aplikasi lanjutan dari sistem ini adalah menggunakan komunikasi wifi yang dikoneksikan dengan sistem android.

Pada penelitian [2] menjelaskan komunikasi antar robot adalah proses penyampaian informasi untuk melakukan suatu perintah dan menjadi komponen penting dalam interaksi pada robot. Dalam sistem robot majemuk, robot leader menyampaikan perintah kepada robot follower untuk menyelesaikan tugas sehingga terjadi komunikasi antar robot secara wireless dengan menggunakan sinyal XBee. Bentuk komunikasi ini robot ini berupa perintah kepada robot follower untuk mengikut gerakan robot leader. Keuntungan komunikasi antar robot ini adalah efisiensi dalam menyelesaikan tugas. Dengan waktu yang cepat perintah dapat disampaikan secara broadcast kepada follower sehingga dapat menyelesaikan perkerjaan secara bersamaan.

Pada penelitian [3] menjelaskan bahwa Quality of Service (QoS) merupakan metode pengukuran tentang seberapa baik jaringan dan merupakan suatu usaha untuk mendefinisikan karakteristik dan sifat dari satu service. QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu service.

Berdasarkan penelitian [4] menjelaskan Sistem android yang saat ini banyak digunakan pada handphone merupakan aplikasi yang berbasis sistem operasi Linux. Aplikasi- aplikasi yang ada didalamnya cukup banyak dan bersifat open source sehingga sangat memungkinkan untuk dikembangkan lebih lanjut dalam berbagai aplikasi, terutama dalam hal pengendalian robot. Mikroprosesor yang dipakai dalam handphone berbasis android juga sudah cukup cepat dan mumpuni untuk melakukan perhitungan dan pemrosesan secara cepat, sehingga aplikasi-aplikasi untuk kontrol modern yang berbasis kecerdasan buatan (AI) sangat tepat untuk bisa diterapkan. Aplikasi Android untuk pengendalian robot beroda menggunakan komunikasi USB merupakan pengembangan sekaligus awal untuk penelitian robot berbasis android selanjutnya. Aplikasi lanjutan dari sistem ini adalah menggunakan komunikasi wifi dan internet. Metode yang digunakan untuk pengendalian robot juga masih sangat banyak untuk penelitian selanjutnya.

Pada penelitian [5] menjelaskan bahwa sistem multirobot memiliki masalah utama yaitu kehandalan komunikasi antar robot. Beberapa metode telah ditawarkan untuk menyelesaikan masalah yang ada. Salah satunya adalah melalui pemanfaatan media komunikasi berbasis ZigBee. Tulisan ini membahas pengimplementasikan ZigBee dalam sistem multi-robot sederhana. Beberapa percobaan dilakukan untuk mengetahui

kehandalan dan efektifitas komunikasi dalam beberapa pergerakan robot dan kemampuannya menjaga formasi tertentu. Dari percobaan yang dilakukan dapat dikatakan bahwa komunikasi antar robot berjalan cukup efektif dan baik.

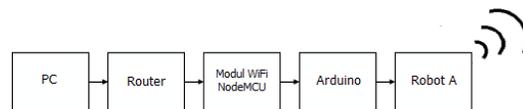
Pada penelitian sebelumnya [6] telah dirancang sistem komunikasi data antara game controller dan robot sepakbola beroda dengan menggunakan komunikasi wireless berbasis wifi. Penelitian ini akan mengembangkan penelitian yang telah dilakukan [6] yaitu dengan menambahkan komunikasi data antar dua robot sehingga kedua robot tersebut dapat berkomunikasi dengan baik.

II. PERANCANGAN SISTEM

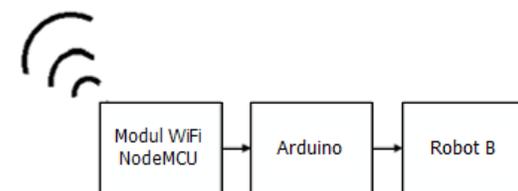
Perancangan sistem menjelaskan sistem komunikasi data menggunakan WiFi melalui router yang akan dikoneksikan pada dua robot sepak bola beroda. Bentuk komunikasi yang digunakan adalah komunikasi Half-Duplex karena data harus diminta melalui http request apabila data telah diterima oleh server maka server akan mengirim data yang diminta tersebut.

A. Diagram Blok Sistem

Sistem komunikasi data yang dirancang dalam tugas akhir ini terdiri dari dua bagian, yaitu robot A dan robot B. Diagram blok dari sistem yang dirancang ditunjukkan pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Diagram Blok Robot A



Gambar 2. Diagram Blok Robot B

1. PC : Perangkat yang digunakan untuk memberikan perintah kepada robot A.
2. Router (Access Point) : Perangkat telekomunikasi yang digunakan untuk mengirimkan paket data dari PC melalui sebuah jaringan.
3. Modul WiFi NodeMCU : Perangkat telekomunikasi yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima data yang telah dikirimkan dari PC.

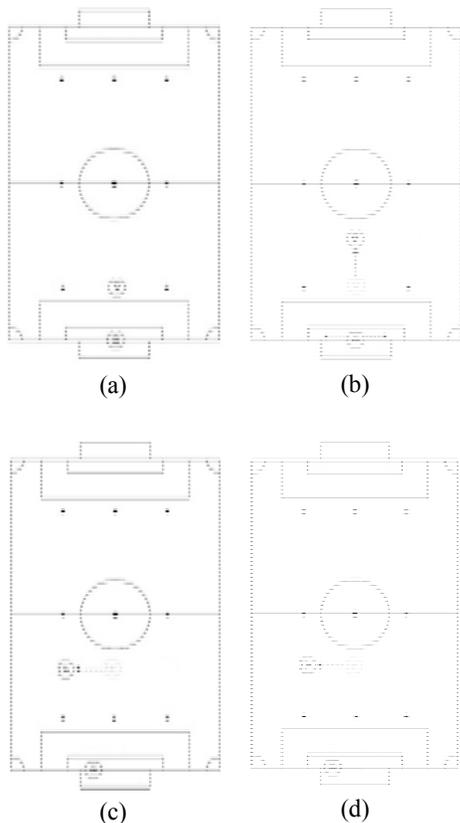
4. Arduino : Perangkat yang berfungsi untuk mengolah data yang diterima oleh modul WiFi NodeMCU.

B. Prinsip Kerja Sistem

Prinsip kerja sistem yang dirancang, sebuah data dikirimkan ke server oleh PC menggunakan komunikasi wifi melalui router (access point) dan diterima oleh modul wifi NodeMCU. Robot dikondisikan pada ruangan terbuka tanpa penghalang. Atur IP pada robot agar dapat dikoneksikan pada router, sehingga robot akan menerima data yang dikirimkan oleh PC apabila pairing antara router dan modul wifi NodeMCU telah dilakukan. Data yang dikirimkan yaitu data perintah berupa posisi 1, posisi 2 dan posisi 3. Saat robot A melakukan salah satu perintah maka robot A akan mengirim data perintah ke server, lalu server akan mengirim ke robot B, sehingga robot B menerima pesan dari robot A dan berjalan sesuai dengan pergerakan yang telah ditentukan.

C. Perancangan Sistem Pergerakan Robot

Perancangan sistem pergerakan robot pada penelitian ini telah ditentukan dengan tiga pergerakan. Skenario arah pergerakan pada robot A dan robot B ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 3 Skenario Pergerakan Robot A dan Robot B (a) Posisi Awal (b) Posisi 1 (c) Posisi 2 (d) Posisi 3

Pada gambar skenario pergerakan robot A dan robot B untuk posisi awal robot ditunjukkan pada Gambar 3 (a), robot A dan robot B berada pada posisi sejajar. Untuk posisi pertama ditunjukkan pada gambar 3 (b), robot A bergerak maju dan robot B bergerak ke arah kanan dan kiri, lalu untuk posisi kedua ditunjukkan pada gambar 3 (c), robot A bergerak ke arah kanan dan robot B bergerak ke arah kanan, kemudian untuk posisi ketiga ditunjukkan pada gambar 3 (d), robot A bergerak ke arah kiri dan robot B bergerak ke arah kiri.

D. Perancangan Tampilan pada PC

Tampilan yang dibuat pada PC digunakan untuk memberi perintah posisi sesuai dengan perancangan pergerakan robot. Melalui tampilan ini akan dihasilkan file berekstensi .txt apabila tombol pada tampilan ditekan seperti ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan Tombol pada PC

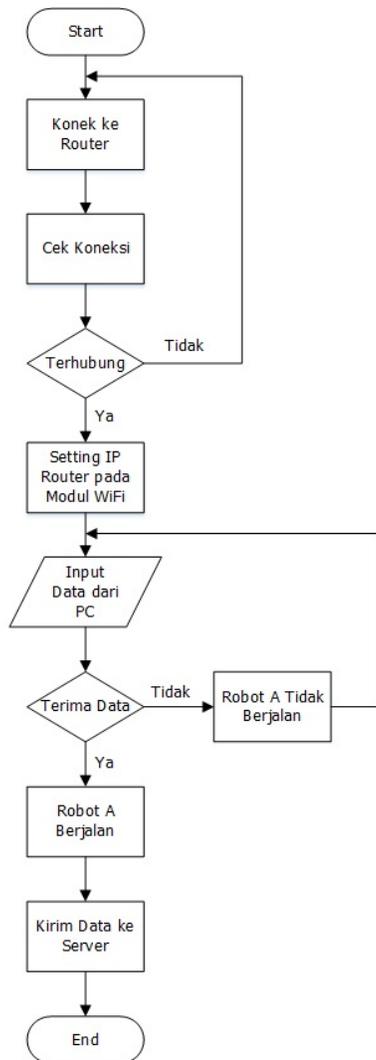
Pada Gambar 4 terdapat 3 tombol posisi, masing masing tombol memiliki perintah yang berbeda untuk kemudian dikirimkan ke server, jika tombol posisi 1 yang ditekan maka robot A akan berjalan maju dan robot B akan bergerak ke arah kanan dan kiri, jika tombol posisi 2 yang ditekan maka robot A akan bergerak ke arah kanan dan robot B bergerak ke kanan, dan jika tombol posisi 3 yang ditekan maka robot A akan bergerak ke arah kiri dan robot B bergerak ke arah kiri. Masing-masing tombol jika ditekan akan memerintah pergerakan robot sesuai dengan skenario pergerakan robot yang telah ditentukan.

E. Perancangan Perangkat Lunak (software)

Dalam sistem komunikasi data ini digunakan bahasa pemrograman C pada arduino. Sebelum perancangan komunikasi data dan pembuatan program, terlebih dahulu dibuat diagram alir dimana terdapat kondisi saat pengiriman data dan saat penerimaan data

1) Diagram Alir Komunikasi Data Robot A

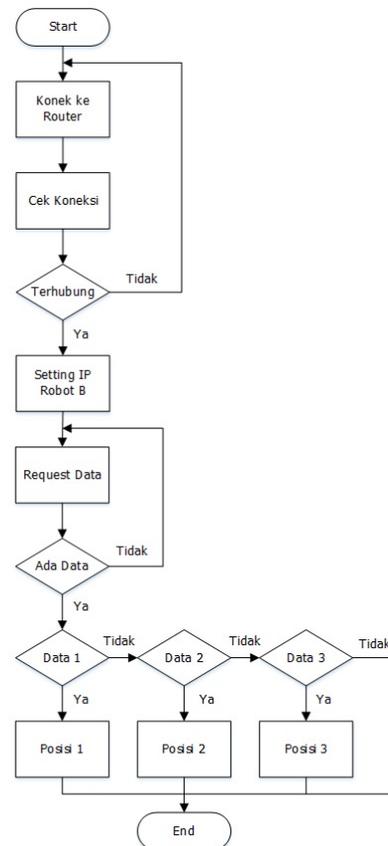
Diagram alir komunikasi data robot A ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Robot A

Berdasarkan Gambar 5 proses pertama yang dilakukan pada robot A adalah mengkoneksikan modul WiFi ke router, setelah dikoneksikan maka dilakukan pengecekan apakah sudah terhubung ataukah belum. Jika belum terhubung maka hubungkan kembali ke router, jika sudah terhubung maka atur IP router pada modul WiFi robot A. Setelah itu maka PC dapat memberi perintah ke robot A. Apabila modul WiFi belum menerima data maka robot A tidak akan berjalan dan dilakukan perintah ulang dari PC, jika data sudah diterima maka robot A berjalan dan data perintah dikirimkan ke server.

2) *Diagram Alir Komunikasi Data Robot B*
 Diagram alir komunikasi data robot B ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6 Diagram Alir Robot B

Berdasarkan Gambar 6 proses pertama yang dilakukan pada robot B adalah mengkoneksikan modul WiFi ke router, setelah dikoneksikan maka dilakukan pengecekan apakah sudah terhubung ataukah belum. Jika belum terhubung maka hubungkan kembali ke router, jika sudah terhubung maka atur IP router pada modul WiFi robot B. Setelah itu maka modul WiFi robot B akan me-request data ke server. Jika data belum diterima, maka modul WiFi robot B akan me-request terus sampai data diterima. Jika data sudah diterima maka dilakukan pengecekan apakah data yang diterima adalah Data 1, Data 2 atau Data 3. Jika Data 1 yang diterima maka robot B akan melakukan perintah Posisi 1, jika Data 2 maka robot B akan melakukan perintah Posisi 2, dan jika Data 3 maka robot B akan melakukan perintah Posisi 3. Posisi yang dijalankan robot B sesuai dengan posisi yang ditentukan.

F. *Quality of Service*

QoS digunakan untuk mengukur sekumpulan atribut kinerja yang telah dispesifikasikan dan diasosiasikan dengan suatu layanan. Parameter QoS yang digunakan untuk analisis layanan komunikasi data adalah delay, throughput dan packet loss.

Tabel 1. Indeks Parameter QoS

Nilai	Persentase (%)	Indeks
3,8 – 4	95 - 100	Sangat Memuaskan
3 – 3,79	75 – 95,75	Memuaskan
2 – 2,99	50 – 74,75	Kurang Memuaskan
1 – 1,99	25 – 49,75	Buruk

Untuk menentukan kualitas QoS dibutuhkan beberapa parameter pendukung diantaranya.

1) Delay

Delay adalah waktu yang dibutuhkan data untuk menempuh jarak dari asal ke tujuan. Delay dapat dipengaruhi oleh jarak, media fisik, kongesti atau juga waktu proses yang lama. Besarnya delay dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Tabel 2. Kategori Delay

Kategori Delay	Besar Delay	Indeks
Sangat Bagus	<150	4
Bagus	150 s/d 300	3
Sedang	300 s/d 450	2
Buruk	>450	1

2) Throughput

Yaitu kecepatan (rate) transfer data efektif, yang diukur dalam bps. Throughput merupakan jumlah total kedatangan paket yang sukses yang diamati pada tujuan selama interval waktu tertentu dibagi oleh durasi interval waktu tersebut.

Tabel 3. Kategori Throughput

Kategori Throughput	Throughput (%)	Indeks
Sangat Bagus	100	4
Bagus	75	3
Sedang	50	2
Buruk	<25	1

3) Packet Loss

Merupakan suatu parameter yang menggambarkan suatu kondisi yang menunjukkan jumlah total paket yang hilang, dapat terjadi karena collision dan congestion pada jaringan dan hal ini berpengaruh pada semua aplikasi karena retransmisi akan mengurangi efisiensi jaringan secara keseluruhan meskipun jumlah bandwidth cukup tersedia untuk aplikasi tersebut.

Tabel 4. Kategori Packet Loss

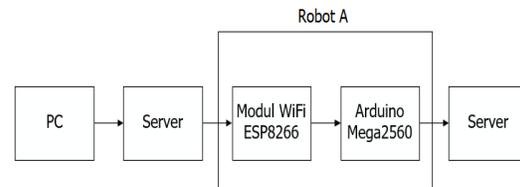
Kategori Packet Loss	Packet Loss (%)	Indeks
Sangat Bagus	0	4
Bagus	3	3
Sedang	15	2
Buruk	25	1

III. PENGUJIAN DAN ANALISA

Pengujian dan analisa membahas mengenai hasil dari Perancangan Sistem Komunikasi Data Antar Dua Robot Sepak Bola Beroda Menggunakan WiFi. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kinerja dari sistem yang telah dirancang. Pembahasan yang dilakukan terbagi atas pengujian sistem yang telah dirancang dan analisa data hasil pengujian.

A. Pengujian Komunikasi Robot A

Pengujian komunikasi Robot A dilakukan dengan mengirimkan perintah dari PC yang akan dijalankan oleh Robot A. Saat PC mengirimkan perintah, maka perintah tersebut akan dikirim ke server. Lalu server akan mengirimkan data perintah ke modul WiFi, selanjutnya data perintah tersebut dikirimkan secara serial ke arduino untuk menggerakkan robot A. Saat modul WiFi sudah menerima data, maka data tersebut akan dikirimkan ke server lagi. Gambar proses komunikasi Robot A ditunjukkan pada Gambar 7 dan tabel perintah yang dikirim ke Robot A akan ditunjukkan pada Tabel 5.



Gambar 7. Proses Komunikasi Robot A

Tabel 5. Perintah yang Dikirim ke Robot A

Posisi	Perintah	Pergerakan Robot A
1	Maju	Maju
2	Geser Kanan	Geser Kanan
3	Geser Kiri	Geser Kiri

Dari data pada Tabel 5. terlihat bahwa saat PC mengirimkan perintah posisi 1 yaitu berupa perintah untuk maju, maka robot A akan bergerak maju. Pada posisi 2 yaitu perintah untuk geser kanan, robot A akan geser ke arah kanan. Lalu saat diberi posisi 3 yaitu perintah untuk geser kiri, maka robot A akan geser ke arah kiri. Data yang diterima oleh robot A ditunjukkan pada Tabel 6.

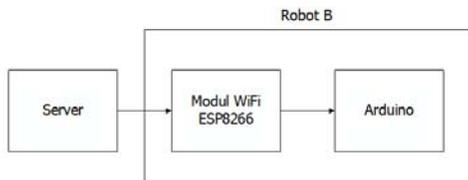
Tabel 6. Data yang Diterima Robot A

Data dari PC	Data yang Diterima Modul Wifi	Data yang Dikirim ke Arduino	Data yang Diterima Arduino	Respon Robot A
1	1	r	114	Maju
2	2	a	97	Geser Kanan
3	3	b	98	Geser Kiri

Pada data Tabel 6 terlihat bahwa data perintah yang dikirimkan PC ke robot A akan diterima data berupa karakter. Apabila karakter yang diterima robot A adalah “r” maka robot A akan bergerak maju, sedangkan jika robot A menerima karakter “a” maka robot A akan geser ke kanan, dan terakhir apabila robot A menerima karakter “b” maka robot akan geser ke kiri. Selanjutnya data karakter yang diterima oleh modul WiFi akan dikirimkan secara serial ke Arduino berupa kode ASCII yaitu “114”, “97” dan “98”. Lalu Robot A akan merespon dengan cara bergerak sesuai dengan data yang telah diterima.

B. Pengujian Komunikasi Robot B

Pada pengujian ini data yang telah diterima oleh modul WiFi Robot A akan dikirimkan kembali ke server, lalu modul WiFi Robot B mengambil data tersebut di server, dan dikirimkan secara serial ke arduino untuk dijalankan oleh Robot B seperti ditunjukkan pada Tabel 7 dan gambar proses komunikasi Robot B ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses Komunikasi Robot B

Tabel 7. Data yang Diterima Robot B

Data dari Server	Data yang Diterima Modul WiFi	Data yang Dikirim ke Arduino	Data yang Diterima Arduino	Respon Robot B
1	1	r	114	Kanan, Kiri
2	2	a	97	Geser Kanan
3	3	b	98	Geser Kiri

Pada data Tabel 7 terlihat bahwa data perintah yang dikirimkan server dari modul WiFi robot A akan diterima oleh modul WiFi robot B berupa

angka. Apabila didapat data “1” maka akan dikirimkan ke arduino karakter “r”, sedangkan didapat data “2” maka akan dikirimkan ke arduino karakter “a”, dan jika didapat data “3” maka akan dikirim ke arduino karakter “b”. Lalu, karakter “r”, “a” dan “b” akan diterima oleh arduino berupa kode ASCII yaitu “114”, “97” dan “98”. Selanjutnya jika sudah diterima, maka robot akan berjalan sesuai dengan data perintah yang diberi.

C. Pengujian Keseluruhan sistem

Pada pengujian keseluruhan sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem komunikasi data pada WiFi dapat berhasil atau tidak. Dalam pengujian ini dilakukan dengan cara mengirim perintah secara wireless dari PC ke penerima pada modul WiFi NodeMCU di robot A dan selanjutnya perintah tersebut dikirimkan secara serial ke arduino untuk menggerakkan robot A. Perintah-perintah yang dikirim dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 8. Tabel Pengujian Keseluruhan

Posisi	Robot A	Robot B	Keterangan
1	Maju	Kanan, Kiri	Berhasil
2	Geser Kanan	Geser Kanan	Berhasil
3	Geser Kiri	Geser Kiri	Berhasil

Pada tabel pengujian keseluruhan dapat terlihat bahwa data perintah yang di kirimkan oleh Robot A berhasil diterima oleh Robot B, sehingga kedua robot dapat saling berkomunikasi dengan baik.

D. Analisa Parameter QoS pada Komunikasi Wireless

Pengujian parameter QoS pada jaringan komunikasi dilakukan dengan cara mengirimkan data dari PC ke modul WiFi. Data yang dikirimkan berupa data posisi yang sudah ditentukan guna mencari parameter QoS pada jaringan. Parameter Quality of Service yang diukur adalah delay, throughput dan packet loss.

1) Pengujian dan Analisa Delay

Pengujian delay dilakukan dengan cara mengamati jeda waktu antara pengiriman dari modul WiFi robot A dengan waktu pada penerimaan di modul WiFi robot B. Cara pengujian ini dilakukan dengan mengirim data perintah dari PC lalu diterima oleh modul WiFi. Menggunakan jarak antara server dan client. Hasil pengujian delay ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pengukuran Delay Robot A ke Robot B

Jarak	Waktu A	Waktu B	Delay	Keterangan
1 m	13,45406	13,545088	0,091028	Sangat Bagus
	20,084543	20,194382	0,109839	
	25,215421	25,318751	0,10333	
Rata-rata Delay (s)			0,101399	

5 m	1,506802	1,535661	0,028859	Sangat Bagus
	9,454055	9,469921	0,015866	
	19,910341	19,924074	0,013733	
Rata-rata delay (s)		0,01949		
10 m	1,544077	1,657739	0,113662	Buruk
	8,911727	10,050756	1,139029	
	18,112253	18,743379	0,631126	
Rata-rata delay (s)		0,627939		
15 m	1,664203	1,681438	0,017235	Sangat Bagus
	10,257193	10,269686	0,012493	
	22,540747	22,626879	0,086132	
Rata-rata delay (s)		0,03862		
20 m	4,716283	4,811373	0,09509	Bagus
	35,083468	35,379075	0,295607	
	25,332446	25,688379	0,355933	
Rata-rata delay (s)		0,24887667		
25 m	2,320849	2,445559	0,12471	Sangat Bagus
	11,156911	11,25211	0,095199	
	31,435886	31,533218	0,097332	
Rata-rata delay (s)		0,105747		
30 m	2,744267	2,849085	0,104818	Sangat Bagus
	10,540425	10,607785	0,06736	
	26,308647	26,403	0,094353	
Rata-rata delay (s)		0,08884367		

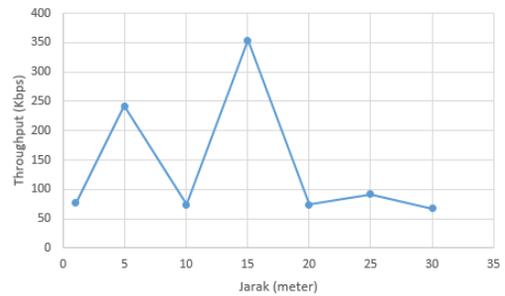
Dari data hasil pengukuran delay antara robot A ke robot B terjadi kenaikan dan penurunan selama pengujian, delay tertinggi ditunjukkan pada saat pengujian pada jarak 10 meter. Hal ini bisa saja terjadi karena faktor sinyal yang tidak stabil, ataupun proses pada robot sehingga terjadi waktu tunda pada sistem.

2) Pengujian dan Analisa Throughput

Pengujian Throughput dilakukan untuk mengetahui kecepatan rata-rata transfer data dari jumlah total kedatangan paket yang sukses, dan diamati pada destination selama interval waktu tertentu. Hasil pengujian *throughput* ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Pengukuran Throughput

Jarak (m)	Total Paket (Bytes)	Waktu Pengukuran (s)	Throughput (kbps)
1 m	876	0,091028	76,8
5 m	876	0,028859	242,4
10 m	1.046	0,113662	73,6
15 m	764	0,017235	354,4
20 m	876	0,09509	73,6
25m	1.390	0,12471	92
30m	876	0,104818	67,2



Gambar 9. Grafik Pengujian Throughput

Pada grafik Gambar 9 dapat dilihat bahwa hasil throughput naik tinggi pada pengujian jarak 15 meter dan mengalami penurunan pada jarak 20 meter. Nilai terendah dari pengujian throughput ada pada jarak 30 meter.

3) Pengujian dan Analisa Packet Loss

Pengujian packet loss dilakukan dengan mengirim data perintah dari PC ke server, lalu diterima modul WiFi robot A. Setelah itu modul WiFi robot A mengirim kembali ke server. Data yang ada pada server lalu dikirim ke Modul WiFi robot B. Namun pada saat data dikirim dari robot A ke server dan diakses kembali oleh robot B, bisa saja terjadi packet loss yang disebabkan oleh pengaruh jarak karena kekuatan sinyal WiFi melemah. Maka dari itu pengujian terhadap packet loss dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi loss pada sistem yang dibuat atau tidak. Hasil pengujian *packet loss* dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Pengujian Packet Loss

Jarak	Data Terkirim	Data Diterima	Persentase Loss
1 m	3	3	0%
5 m	3	3	0%
10 m	3	3	0%
15 m	3	3	0%
20 m	3	3	0%
25 m	3	3	0%
30 m	3	3	0%

Dari tabel hasil pengujian terlihat bahwa pada jarak pengujian maksimal sampai 30 meter tidak terjadi packet loss, semua data pada pengujian yang dikirim sebanyak 3 kali pada setiap pengujian dapat diterima dengan baik yaitu 3 data, sehingga robot dapat berkomunikasi dengan baik sampai jarak 30 meter.

E. Analisa QoS pada Jaringan Komunikasi Antar Dua Robot

Analisa QoS jaringan komunikasi antar robot dilakukan dengan menghitung nilai packet loss dan delay terhadap perubahan jarak agar didapatkan nilai QoS seperti ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Indeks Parameter QoS

Jarak	Packet Loss	Delay	Nilai QoS	Indeks
1 m	4	4	4	Sangat Memuaskan
5 m	4	4	4	Sangat Memuaskan
10 m	4	1	2,5	Kurang Memuaskan
15 m	4	4	4	Sangat Memuaskan
20 m	4	3	3,5	Memuaskan
25 m	4	4	4	Sangat Memuaskan
30 m	4	4	4	Sangat Memuaskan

Pada data Tabel 12 dapat dilihat bahwa hasil dari pengujian parameter QoS seperti packet loss dan delay dihitung dan dianalisa sesuai dengan nilai pada indeks parameter QoS, hasil yang didapat memiliki rata-rata indeks sangat memuaskan.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan percobaan yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Kedua robot dapat saling berkomunikasi dengan baik karena robot B berhasil menerima data yang dikirimkan robot A.
2. Pada jarak maksimum 30 meter tidak terjadi packet loss sehingga kedua robot masih dapat berkomunikasi dengan baik.
3. Delay tertinggi dalam pengujian terjadi pada jarak 10 meter yaitu 0,627939 detik.
4. Modul WiFi bekerja dengan baik sehingga dapat menerima dan mengirim data ke server.
5. Pada pengujian indeks parameter QoS hasil yang didapat memiliki rata-rata indeks sangat memuaskan.

REFERENSI

- [1] M. Muqorrobin, "Rancang Bangun Pengendalian Robot Beroda Berbasis Arduino Menggunakan Komunikasi Wireless," pp. 143–148, 2016.
- [2] Yuliza, "Komunikasi Antar Robot Menggunakan RF Xbee dan Arduino Microcontroller," *IncomTech, J. Telekomun. dan Komput.*, vol. 4, pp. 53–68, 2013.
- [3] R. Wulandari, "Analisis QoS (Quality of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus: UPT Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon - LIPI)," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, pp. 162–172, 2016.
- [4] Syahid, "Rancang Bangun Robot Beroda Berbasis Android Menggunakan Komunikasi USB," *J. Tek. Elektro Politek. Negeri Semarang*, no. robot, pp. 33–42, 2012.
- [5] R. A. Ardiansyah, "Perancangan Sistem Pengendali Robot melalui Internet Menggunakan Raspberry Pi," vol. 8, no. 1, pp. 79–92, 2016.
- [6] R. A. Pamungkas, A. Maulana, D. Putra, R. Ramdani, A. Musafa, and I. Riyanto, "WiFi Data Communication System Design for Wheeled Soccer Robot Controller."