

Rancang Bangun Sistem Kendali Robot Menggunakan *Joystick* NRF24L01 Berbasis Arduino

Nurul Syafika^{1*}, Yasdinul Huda², Muhammad Anwar³, Dedy Irfan⁴

^{1,2,3,4}Universitas Negeri Padang, Indonesia

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP, Air Tawar Padang, Indonesia

*Corresponding author e-mail : sifika01@gmail.com

ABSTRAK

Perkembangan dunia teknologi sudah semakin maju terutama dibidang robotika. Kontes Robot Indonesia merupakan kompetisi tahunan tingkat nasional di Indonesia. Robot yang bertanding menggunakan remot kontrol yang bersifat *wireless* menggunakan remot kontrol seperti *joystick* PS. Perancangan dan pembuatan alat remot kontrol ini bertujuan untuk menghasilkan *joystick* yang mampu berkomunikasi dengan jarak lebih jauh dan persentase *packet loss* yang rendah. Sistem remot kontrol ini menggunakan modul nRF24L01 sebagai modul *transmitter* dan *receiver*. *Joystick* dirancang menggunakan mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan push button sebagai inputnya, menggunakan baterai *lipo cell* sebagai sumber tegangan. Tugas akhir ini berfokus pada analisis pengiriman data dari *joystick* nRF24L01 ke Robot dengan melihat jumlah paket loss menggunakan metode *line of sight* dan *non line of sight*.

Kata kunci : nRF24L01, Arduino Mega 2560, Push Button, Packet loss, Line of sight dan non Line of sight..

ABSTRACT

The development of the world of technology has become increasingly advanced, especially in the field of robotics. The Indonesian Robot Contest is an annual national level competition in Indonesia. Robots that compete use wireless remote controls such as PS joysticks. The design and manufacture of this remote control device aims to produce a joystick that is capable of communicating over longer distances and with a low percentage of packet loss. This remote control system uses the nRF24L01 module as a transmitter and receiver module. The joystick is designed using an Arduino Mega 2560 microcontroller with a push button as input, using a lipo cell battery as a voltage source. This final project focuses on analyzing data transmission from the nRF24L01 joystick to the robot by looking at the number of packet losses using line of sight and non line of sight methods.

Keywords: nRF24L01, Arduino Mega 2560, Push Button, Packet loss, Line of sight and non Line of sight..

I. PENDAHULUAN

Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan kompetisi robot tahunan yang bertujuan meningkatkan kreativitas mahasiswa dibidang robotika [1]. Robot yang diperlombakan pada KRI menggunakan media kontrol yang bersifat *wireless*.

Joystick PS2 merupakan kontroler *wireless* yang digunakan penulis untuk mengontrol robot secara manual dengan jangkauan komunikasi 5 meter dan delay 0.4166s [2]. *Joystick* PS2 terdiri dari *transmitter* dan *receiver* yang berfungsi sebagai pengirim dan penerima, *receiver* PS2 memiliki frekuensi yang sama sehingga membuat setiap *joystick* yang dalam jangkauan *receiver* akan terhubung otomatis ke *receiver* yang sama [3].

Kontroler *wireless* pada permasalahan tersebut perlu adanya solusi kontroler yang mampu menjangkau jarak lebih jauh, *delay* lebih cepat dan hanya menerima dan mengirim data pada perangkat yang telah di *setting*. Berdasarkan literasi dan diskusi serta eksperimen dari penulis muncullah ide untuk menggunakan nRF24L01 sebagai modul *wireless*. Modul nRF24L01 adalah transceiver chip tunggal khusus yang di desain untuk menyediakan pengaplikasian komunikasi *wireless* dengan daya rendah [4]. NRF24L01 merupakan modul komunikasi nirkabel dengan memanfaatkan frekuensi 2,4 GHz *industrial, Scientific and Medical* (ISM) yang menggunakan komunikasi *Serial Parallel Interface* (SPI) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler [5]. Mesin protocol baseband tertanam didasarkan

pada komunikasi paket yang mendukung berbagai mode seperti operasi manual, otonom tingkat lanjut operasi protocol [6]

Penelitian sebelumnya [4] telah dilakukan dengan menggunakan modul nRF24L01 dapat digunakan untuk mengendalikan sebuah robot mobil menggunakan kontroler dengan jarak 300m. Kemudian penelitian [5] menggunakan modul nRF24L01 sebagai pengendali senapan mampu berkomunikasi dengan lancar sejauh 800m tanpa penghalang.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengujian kontroler joystick menggunakan nRF24L01 sebagai pengendali mobil robot secara wireless. Mikrokontroler yang digunakan yaitu arduino Mega2560 merupakan board arduino yang menggunakan IC Mikrokontroler ATmega 2560. Arduino Mega 2560 mempunyai 54 digital input/output, 15 pin digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai analog input, 4 UART [7]. Pengujian dilakukan dengan menganalisa jumlah packet loss yang terjadi saat diuji dengan cara line of sight dan non line of sight.

II. METODE

Metodologi perancangan dan pembuatan kontroler joystick nRF24L01 menggunakan metode waterfall yang meliputi analysis, design, implementasi, testing, deployment dan maintenance.

Analisis Kebutuhan Alat

Proses awal yang dilakukan adalah mengidentifikasi apa saja kebutuhan dalam pembuatan alat ini, maka diperoleh analisis kebutuhan dalam rancang bangun joystick menggunakan modul nRF24L01 sebagai kontroler robot yaitu sebagai berikut:

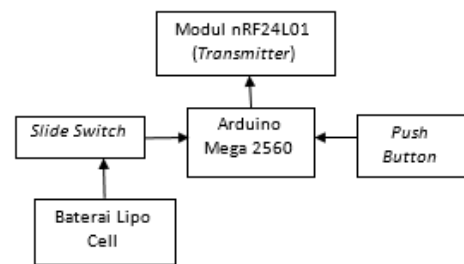
1. Joystick ini dibuat serta dibutuhkan untuk kontroler robot saat Kontes Robot Indonesia di Robotik UNP.
2. Joystick ini dibuat menggunakan modul nRF24L01 sebagai transmitter dan receiver.
3. Joystick ini dibuat menggunakan Arduino Mega2560 sebagai mikrokontroler.
4. Implementasi joystick pada robot diuji dengancara line of sight dan non line of sight.
5. Kebutuhan Hardware:
 - a. Papan PCB fiber sebagai penghubung komponen-komponen penyusun joystick.
 - b. Menggunakan push button sebagai input dari joystick.
 - c. NRF24L01+ sebagai modul transmitter dan receiver pada joystick.
 - d. Baterai Li Ion sebagai sumber tegangan VDC joystick.

- e. Arduino Mega2560 sebagai mikrokontroler joystick.
 - f. Pin header sebagai soket tempat menghubungkan komponen dengan rangkaian.
 - g. Laptop sebagai media untuk melihat hasil pengujian secara line of sight dan non line of sight.
6. Kebutuhan Software
 - a. Eagle
Aplkasi untuk merancang skema dan board rangkaian sebelum dicetak ke papan PCB.
 - b. Arduino IDE
Aplikasi pemograman untuk membuat dan menjalankan perintah program pada tugas akhir ini.

Perancangan (Design)

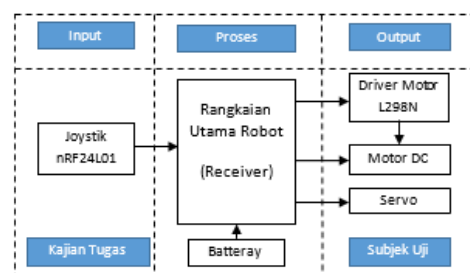
1. Perancangan Sistem perangkat keras

- a. Pengembangan desain (Block Diagram)



Gambar 1. Blok diagram transmitter

Berdasarkan gambar block diagram diatas perancangan dari masing-masing blok diagram memiliki fungsi sebagai berikut: a) Arduino nano merupakan komponen utama pada sistem ini yang berfungsi sebagai mikrokontroler yang mengendalikan sistem. b) Push button berfungsi sebagai input yang mengirim sinyal ke mikrokontroler kemudian diproses dan di transmisikan melalui transmitter nRF24L01. c) Slide switch berfungsi sebagai saklar on/off pada baterai. d) Baterai Lipo Cell berfungsi sebagai sumber daya untuk joystick nRF24L01.

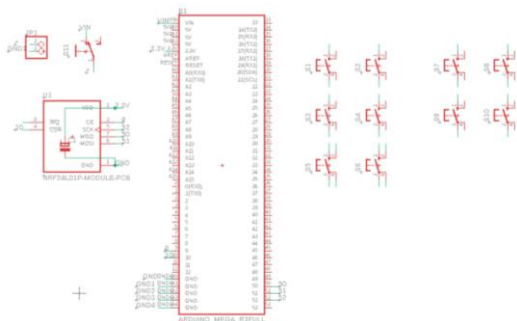


Gambar 2. Blok diagram receiver

- 1) Blok Input
 Pada proses ini terjadi proses pengiriman sinyal yang di transmisikan dari *transmitter* kontroler berupa perintah untuk pergerakan robot.
- 2) Blok Proses
 Blok input merupakan proses yang terdiri dari komponen utama penyusun rangkaian robot yaitu arduino Mega2560, *Autobuckboost DC converter*, *receiver PS2 wireless* dan nRF24L01. Blok peoses merupakan bagian pengolahan dari datal yang di terima *receiver* dari kontroler untuk diteruskan ke proses selanjutnya.
- 3) Blok output
 Merupakan subjek uji pada tugas akhir dan proses terakhir menerima data informasi yang telah diolah di blok proses yang outputnya berupa pergerakan motor dan servo.

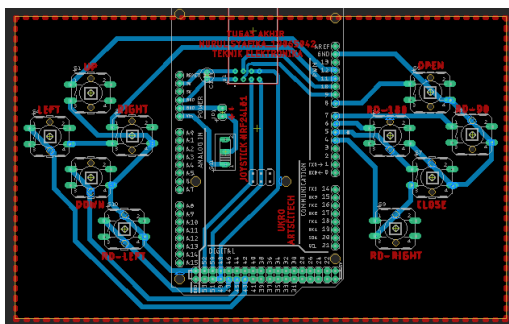
b. Desain Rinci

1) Perancangan Rangkaian Elektronik



Gambar 3. Skema rangkaian kontrol joystick

Pada proses perancangan elektronik bertujuan untuk mengurangi pemakaian kabel penyambung dan merapikan kabel-kabel yang digunakan pada alat, juga mempermudah perakitan alat. Jelasnya lihat pada gambar 14 dan gambar 15.



Gambar 4. Board PCB rangkaian joystick

Pembuatan rangkaian ini menggunakan aplikasi EAGLE 9.6.2 Student Version dengan fitur untuk mempermudah pengguna dalam pembuatan rangkaian tersebut. Desain rangkaian memudahkan peneliti dalam pemasangan komponen.

2. Perancangan perangkat lunak (*Software*)

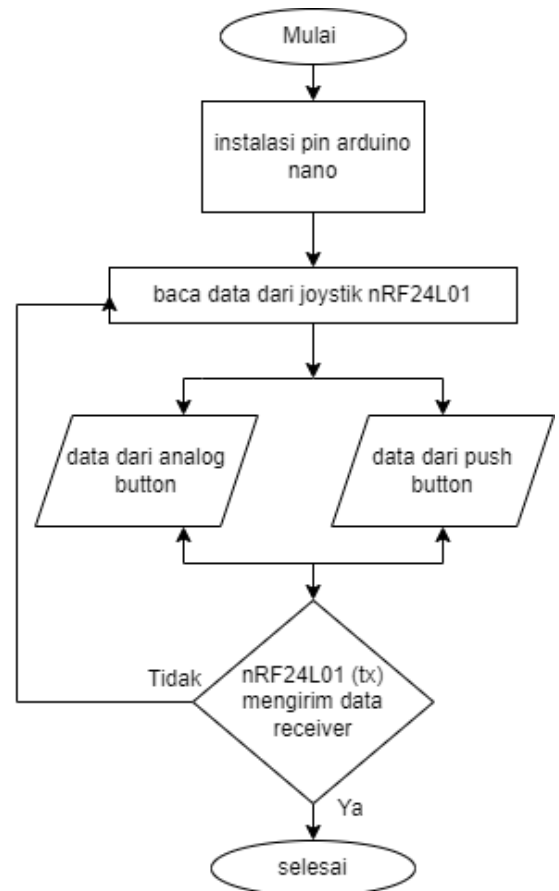
a. Perangkat lunak pendukung

Dalam proses perancangan perangkat lunak terdapat beberapa perangkat pendukung sebagai berikut:

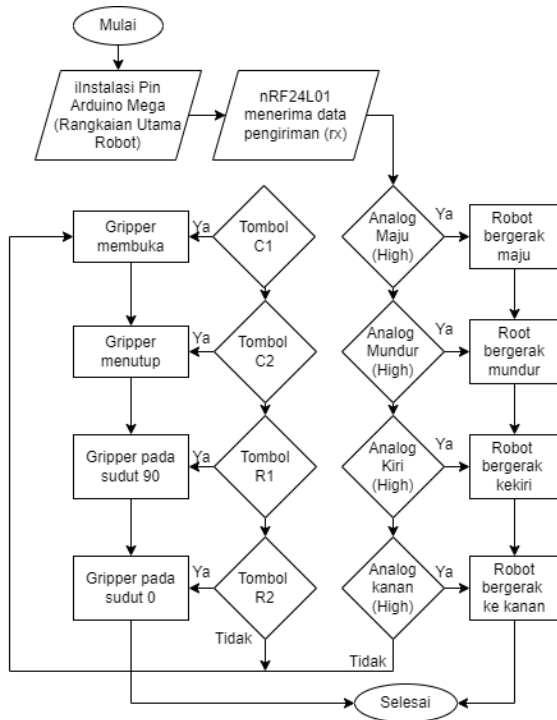
- 1) Eagle
- 2) Arduino IDE
- 3) CREO Parametric 4.0

b. Diagram alir

Flowchart merupakan logika atau intruksi program dalam suatu diagram. *Flowchart* yang dirancang untuk perancangan tugas akhir ini dapat dilihat pada gambar berikut: *flowchart* ini menjelaskan tentang logika dari kinerja joystick yang akan dibuat. *Flowchart* dibawah ini menjelaskan tentang coding untuk kontroler joystick nRF24L01 sebagai *transmitter* dan *receiver*.



Gambar 5. *Flowchart* nRF24L01 sebagai transmitter



Gambar 6. Flowchart nRF24L01 sebagai receiver

Flowchart diatas merupakan block diagram joystick nRF24L01 pengujian pengiriman data dari transmitter yang di transmisikan receiver pada nRF24L01 yang nantinya ketika perangkat terhubung dapat dilakukan pembacaan data jarak dan kecepatan koneksi dari keduanya. Flowchart dibawah ini merupakan block diagram proses penerimaan data oleh receiver dari transmitter. Pada proses ini data yang diterima diolah oleh mikrokontroler robot. Data yang dikirim berupa sinyal yang dipancarkan dari analog button dan push button dari joystick. Data yang diproses menghasilkan output ke motor DC dan servo pada robot.

Pembuatan Alat

Pada proses pembuatan alat ini dimulai dengan beberapa proses, diantaranya pembuatan mekanik alat, menentukan komponen yang tepat, dan perancangan sistem kontroler joystick. Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk proses pembuatan joystick ini adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat dan bahan
 Pertama yang dilakukan dalam membuat rancang bangun joystick ini adalah menyiapkan alat dan bahan yang diperlukan seperti pada kebutuhan alat yang dituliskan sebelumnya.
2. Perancangan kontrol joystick
 Perancangan awal joystick ini meliputi pembuatan design rangkaian, menentukan komponen yang sesuai kebutuhan untuk digunakan, proses perakitan (penggabungan mekanik dengan komponen). Pada proses

persiapan ini sangat menentukan hasil joystick, karena nantinya joystick ini akan diterapkan pada robot yang digunakan saat Kontes Robot Tematik Indonesia. Joystick ini berfungsi sebagai pengendali robot wireless.

3. Proses akhir
 Pada proses akhir ini dilakukan serangkaian pengujian kendali joystick dengan robot. Bagaimana pembacaan data dari joystick saat mentransmisikan sinyal yang diuji secara line of sight dan non line of sight ke robot dan juga menganalisa pembahasan dari joystick yang telah dirancang dan pengimplementasiannya pada robot.

Pengujian

Pada tahap pengujian ini dilakukan dengan cara line of sight dan non line of sight dengan menggunakan konfigurasi point to point channel dimana perangkat pengirim yaitu joystick hanya terhubung dengan satu perangkat penerima yaitu robot. Parameter yang dipakai adalah jarak antara joystick dan robot. Pengujian dilakukan di Lantai 3 Gedung Labratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang dengan denah lokasi pengujian line of sight dan non line of sight.

1. Metode pengujian line of sight
 Pengujian dilakukan dengan meletakkan robot pada tempat terbuka, lalu joystick mengirim sinyal ke robot sehingga robot menjauhi joystick dengan jarak yang ditentukan. Robot bergerak menjauh dari kontroler joystick dan perhitungan jumlah paket dan kecepatan pengiriman serta penerimaan data terakhir (ACK) berada pada perangkat pengirim.
2. Metode pengujian non line of sight
 Pengujian dilakukan dengan kondisi area tertutup atau adanya penghalang antara joystick dan robot.

Tabel 1. Tabel pengujian packet loss

Jarak (m)	Paket yang dikirim	Paket yang diterima	Packet loss	Indeks

Maintenance

Tahapan akhir dari metode waterfall adalah pemeliharaan termasuk dalam memperbaiki kesalahan yang tidak ditemui pada langkah sebelumnya.

Referensi

1. Penelitian [4] menyimpulkan bahwa dengan menggunakan modul komunikasi wireless nRF24L01 dapat digunakan untuk mengendalikan

sebuah robot mobil menggunakan kontroler dengan jarak 300m.

- Penelitian [8] menyimpulkan bahwa pengujian jarak komunikasi modul nRF24L01+ pada pengujian *line of sight* tanpa ada penghalang dengan jarak efektif 1000m dengan jumlah *packet loss* kurang dari 15% dan non *line of sight* dengan jarak efektif 20m dengan jumlah *packet loss* mendekati 15%.
- Penelitian [5] menyimpulkan bahwa hasil dari pengujian menggunakan modul nRF24L01 masih bisa berkominikasi dengan lancar di jarak 800 meter tanpa adanya penghalang dengan *delay* 1000 ms dengan sudut 1° dan *delay* 500 ms dengan sudut 2° .
- Penelitian [9] Transmisi menggunakan transceiver nRF24L01+ berhasil mengirimkan data untuk sistem monitoring banjir dan dapat memberikan peringatan banjir dengan cara menyalakan buzzer pada saat nilai kekeruhan air sungai yang terdeteksi >467 NTU. Transceiver nRF24L01+ dapat mentransmisikan data secara optimal,

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan Alat

1. Pengembangan *Hardware*

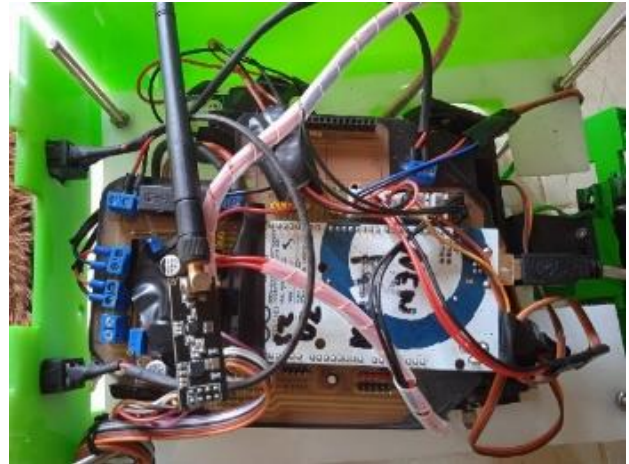
Gambar 8 merupakan hasil dari perancangan perangkat keras dari keseluruhan alat pada kontroler joystick dan receiver. Hasil perancangan ini terdiri dari bentuk dan tata letak dari komponen yang digunakan seperti Arduino Mega2560, push button, dan NRF24L01 serta sumber tegangan 9V dari baterai.



Gambar 7. Rangkaian kontroler joystick nRF24L01

Kontroler joystick pada gambar 8 menggunakan 10 input push button dimana enam tombol untuk perintah pergerakan motor pada robot dan 4 push button untuk perintah pergerakan servo pada robot. Kapasitor $10\mu\text{F}$ untuk menyimpan muatan tegangan *input* pada nRF24L01. Modul

nRF24L01 menggunakan tegangan *input* 3,3 V dari Arduino Mega 2560. Baterai 9V sebagai sumber tegangan pada Arduino Mega 2560.



Gambar 8. Rangkaian receiver pada robot

Gambar 9 merupakan rangkaian utama robot yang mana didalamnya terdapat nRF24L01 sebagai receiver dan beberapa rangkaian output seperti driver motor dan servo. Sumber tegangan yang digunakan pada rangkaian robot 12V.

2. Pengembangan *Software*




Software yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu arduino IDE yang digunakan untuk membuat program *transmitter* dan *receiver* pada joystick dan robot. *Software* ini juga digunakan untuk pengambilan data pengiriman packet dari *transmitter* dan *receiver* melalui serial print dari arduino.




Pengujian (*Testing*)

1. Pengukuran pada modul nRF24L01+

Modul nRF24L01 berfungsi sebagai pengirim dari kontroler dan sebagai penerima pada robot, modul ini bekerja pada tegangan 3.3V. pengukuran dilakukan dengan mengecek tegangan masing-masing dari modul.

Tabel 2. Pengujian tegangan modul nRF24L01

No.	Bagian yang diuji	Hasil pengujian	Dokumentasi
1	VIN	3.27V	
2	CE	4.85V	
3	CSN	2.39	

4	MISO	0.06V	
5	MOSI	4.93V	
6	SCK	0V	

2. Pengujian koneksi antara transmitter dan receiver

Pengujian koneksi pada transmitter dan dan receiver dilakukan dengan melakukan scanning pada kedua modul dengan mengupload program scan nRF24L01. Selanjutnya dilakukan uji coba pengiriman data menggunakan *example getting started* untuk menguji apakah modul dapat menerima dan mengirim data.

3. Pengujian pada mikrokontroler Arduino Mega 2560

Tabel 3. Pengujian pada Arduino Mega2560

No.	Logika pada port Arduino	Tegangan pada port Arduino
1	HIGH(1)	0,1 VDC
2	LOW(0)	4,8 VDC

Secara umum Arduino bekerja pada 2 kondisi seperti tampilan pada tabel 4, pada saat melakukan pengukuran kondisi logika high masih berada dalam batas ideal karena tegangannya berkisar 4,6-5,2VDC. Pada pengukuran logika low yaitu 0,1 masih beada di kondisi ideal Arduino.

4. Pengujian Kontroler Joystick

Pengujian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui apakah robot bergerak sesuai dengan perintah yang dikirim kontroler. *Input* yang digunakan yaitu *push button* yang berperan dalam pengendalian gerak robot dan *gripper* pada robot.

Tabel 6 merupakan respon pergerakan robot yang dikontrol degan *joystick* nRF24L01 dimana perintah yang dikirimkan dari *transmitter* dapat direspon dengan baik oleh *receiver* yaitu robot.

Tabel 4. Pengujian Kontroler dengan robot

No.	Input	Arah Gerak Robot
1	Up	Robot bergerak maju
2	Down	Robot bergerak mundur
3	Left	Robot bergerak ke kiri
4	Right	Robot bergerak ke kanan
5	Ro-Left	Robot bergerak memutar ke kiri
6	Ro- Right	Robot bergerak memutar ke kanan
7	Open	Gripper membuka

8	Close	Gripper menutup
9	Ro-90	Servo pada posisi 90°
10	Ro-180	Servo pada posisi 180°

5. Pengujian Jarak Komunikasi

Untuk menentukan berapa jarak antara kontroler dengan robot untuk mengontrol robot dilakukan dengan pengukuran jauh dari kedua perangkat tersebut yang berlaku sebagai *transmitter* dan *receiver*.



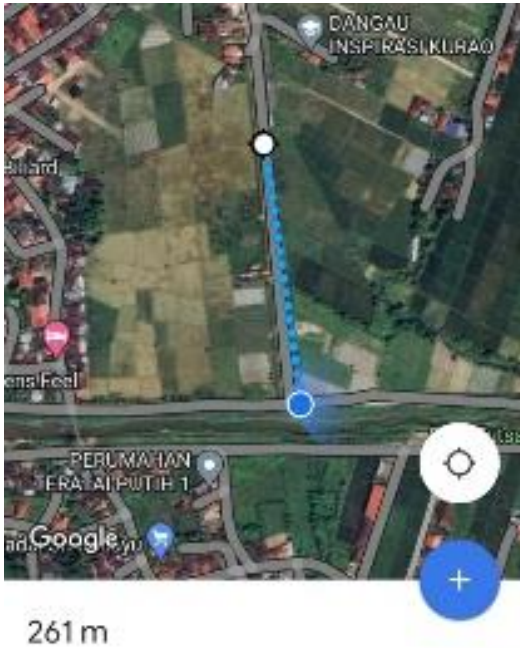
Gambar 9. Pengujian jarak N-LOS

Pengujian dilakukan dengan penambahan jarak antara robot dengan kontroler *joystick* dari jarak 10 meter hingga koneksi keduanya tidak terhubung lagi.

Tabel 5. Pengujian jarak N-LOS

No.	Jarak (M)	Kondisi
1	2	Terhubung
2	10	Terhubung
3	20	Terhubung
4	30	Terhubung
5	40	Terhubung
6	50	Terhubung
7	100	Terhubung
8	110	Terhubung
9	120	Terhubung

Pengujian dilakukan lapangan terbuka dengan kondisi N-LOS dikarenakan ada penghalang seperti pepohonan dan tiang-tiang. Range test dimulai dengan menempatkan *transmitter* di depan gedung PKM UNP dan *transmitter* bergerak menjauhi *receiver* menuju gedung Fakultas Psikologi UNP sehingga diperoleh data jarak seperti tabel.



Gambar 10. Pengujian jarak LOS

Gambar 11 merupakan pengukuran jarak komunikasi joystick nRF24L01 menggunakan pengukuran jarak pada google maps. Joystick nRF24L01 mampu terkoneksi sampai jarak 261 meter.

Tabel 6. Pengujian jarak N-LOS

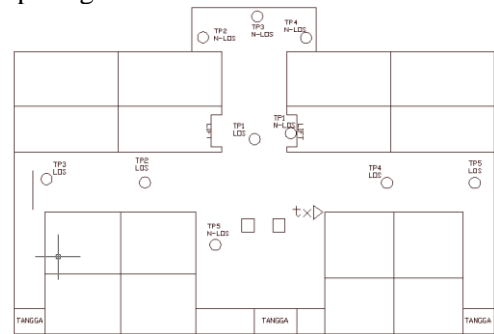
No.	Jarak (M)	Kondisi
1	2	Terhubung
2	10	Terhubung
3	20	Terhubung
4	30	Terhubung
5	40	Terhubung
6	50	Terhubung
7	100	Terhubung
8	110	Terhubung
9	120	Terhubung
10	150	Terhubung
11	200	Terhubung
12	260	Terhubung

Pengujian LOS dilakukan di Maransi Kurao dengan kondisi lapangan terbuka tanpa adanya penghalang dengan kondisi rx menjauhi tx.

6. Pengujian Packet loss

Pengujian packet loss dilakukan di Lab Telkom Audio Video lantai 3 Gedung Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Padang. Pengujian dilakukan dengan posisi transmitter tetap dan receiver menjauhi transmitter di titik uji dengan kondisi Los dan N-Los. Pengujian dilakukan dengan denah sebagai berikut. Gambar 12 merupakan titik pengujian packet loss secara line of sight dan non line of sight yang mana

masing-masing pengujian terdapat lima titik seperti denah pada gambar 12.



Gambar 11. Denah lokasi pengujian Lab Telkom AuVi

Pengujian dilakukan dengan cara menjalankan robot ke titik yang telah ditentukan dan melakukan sebanyak 10 kali manuver pergerakan robot dimana setiap pergerakan dihitung berapa jumlah paket yang diterima dan dikirim kemudian di ambil rata-rata keseluruhan untuk dihitung jumlah packet loss yang terjadi. Berikut tabel hasil data pengujian packet loss secara line of sight dan non line of sight.

Tabel 7. Hasil pengujian packet loss secara line of sight

TP. LOS	Jarak	Data yang dikirim	Data yang diterima	Packet loss	Indeks
1	5m	3511,68	3511,68	0 %	4
2	22m	4296,89	4278,79	0,4 %	4
3	37m	9164,14	9121,33	0,5 %	4
4	21m	5374,92	5337,34	0,3 %	4
5	52m	13039,14	12773,75	2%	4

Tabel 7 menampilkan bahwa tidak ada perubahan jumlah packet loss yang signifikan 5-37 meter, namun pada jarak 52 meter jumlah packet loss menjadi lebih besar dari sebelumnya. Hal ini menunjukkan semakin jauh jarak tempuh maka semakin bertambah jumlah packet loss, namun pada pengujian packet loss secara line of sight diatas masih dikategorikan sangat bagus merujuk pada standar Tiphon dikarenakan masih dalam rentang indeks empat dengan persentase packet loss 2%.

Tabel 8. Pengukuran packet loss secara non line of sight

TP. LOS	Jarak	Data yang dikirim	Data yang diterima	Packet loss	Indeks
1	3m	2000,71	1858,63	7,3 %	3
2	20m	6340,22	6076,71	4,2 %	3
3	18m	5363,10	4987,21	7%	3
4	19m	4039,74	4037,89	0 %	4
5	12m	2191,47	2048,71	6,5 %	3

Tabel 8 menampilkan persentase perubahan *packet loss* yang berbeda-beda setiap titiknya dengan persentase *packet loss* terbesar 7,3% pada jarak 3 meter dan persentase terendah 0% pada jarak 19 meter. Kasus ini masih tergolong kategori bagus merujuk pada Tabel 2 menurut Tiphon . Hal ini disebabkan karena tebalnya penghalang seperti dinding betton menghambat jarak pengirim dengan penerima yang mengakibatkan pantulan sinyal sehingga tidak semua *byte* data sukses diterima oleh *receiver*.

Maintanance

Tahapan *maintanance* pada tugas akhir ini dilakukan pada bagian kontroler *joystick* yaitu pada bagian pemancar dirangkaian *joystick* nRF24L01 yang awalnya dirancang menggunakan kabel jumpper sebagai sambungan ke modul *transmitter* dari rangkaian dan menggunakan tegangan input 5V yang tersambung ke modul adaptor 5V nRF24L01. Hal tersebut tidak efektif dikarenakan *joystick* sering hilang koneksi dikarenakan pin-pin yang terpasang pada kabel sering goyah dan tidak terhubung.

Permasalahan tersebut perlu adanya solusi yaitu dengan memperbaiki rangkaian *joystick* sehingga modul nRF24L01 langsung terkoneksi ke rangkaian dengan input tegangan 3,3V menggunakan kapasitor elco 10 μ F 50V sebagai penyimpan muatan dan *filtering* untuk tegangan *input* pada nRF24L01.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa tugas akhir Rancang Bangun Sistem Kendali Robot Menggunakan *Joystick* Nrf24l01 Berbasis Arduino, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Hasil yang di dapatkan dari pengujian yang dilakukan dalam tugas akhir ini secara keseluruhan dapat bekerja dan berfungsi sesuai perancangan dilihat dengan tidak adanya *loss connection* yang terjadi saat pengontrolan robot.
2. *Joystick* yang dibuat mampu berkomunikasi dengan jarak 261 meter dengan kondisi *line of sight* dan 121 meter dengan kondisi *non line of sight*.
3. Persentase *packet loss* yang terjadi dari hasil pengujian dengan robot tergolong rendah secara *line of sight* sebesar 0 - 2 % dengan kategori sangat bagus dan pengujian dengan robot secara *non line of sight* sebesar 0 - 7,3 % dengan kategori bagus.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. P. d. Prof. Dr.Eng. Drs. Benyamin Kusumoputro, Panduan Kontes Robot Indonesia, Puspresnas, 2022.
- [2] R. E. Firlianza, "Sistem Komunikasi ROV (Remotly Operated Vehicle) pada Robot Under Water Menggunakan *Wireless* di Perpustakaan Universitas Budi Luhur," *Jurnal Maestro*, pp. 227-228, 2019.
- [3] H. T. Saputra, "Robot Pemindah Benda dengan Kendali *joystick* PS2 *Wireless* Berbasis Wemos," *JIK*, p. 81, 2022.
- [4] N. S. F. Arif Rahman Hakim, "Rancang Bangun Pengendali Robot Mobil dengan *Wireless Joystick* PS2 Menggunakan Modul nRF24L01," *Jurnal Engineering*, pp. 17-24, 2021.
- [5] S. U. Ririn Effendi, "KENDALI SENAPAN MENGGUNAKAN *JOYSTICK* BERBASIS MIKROKONTROLER ATMEGA32 DENGAN MODUL NRF24L01," *Jurnal LITEK*, p. 62, 2020.
- [6] M. Mahhub, "Design and Implementation of Multipurpose Radio Controller Unit Using," *International Journal of Digital Information and Wireless Communications*, pp. 63-64, 2019.
- [7] Y. Triawan, "Perancangan Sistem Otomatisasi pada Aquascape Berbasis Mikrokontroler Arduino," *JTEN*, p. 77, 2020.
- [8] J. M. d. Ahmad Supriyogo, "PENGARUH KONDISI LINE OF SIGHT DAN NON LINE OF SIGHT TERHADAP PENGIRIMAN DATA MENGGUNAKAN TEKNOLOGI LOW POWER WIDE AREA NETWORK," *Jurnal teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, 2022.
- [9] A. N. C. H. Muhamad Iqbal, "Karakterisasi Transceiver nRF24L01+ dengan Kondisi Line of Sight dan Non-Line of Sight untuk Transmisi Sistem Monitoring Bencana Banjir," *Jurnal Fisika Unand (JFU)*, 2022.
- [10] M. Mahhub, "Design and Implementation of Multipurpose Radio Controller Unit Using," *International Journal of Digital Information and Wireless Communications*, pp. 63-64, 2019.