

# NRF24L01 Untuk Kendali Jarak Jauh Pada UGV

1<sup>st</sup> Ahmad Faishal Khwarizmi

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

johogofodosoao@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Angga Rusdinar

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Irwan Purnama

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

irwanp@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak** — Unmanned Ground Vehicle (UGV) merupakan kendaraan tanpa awak yang dikendalikan dari jarak tertentu yang memiliki tujuan untuk transportasi personel dan membawa kepentingan logistik yang beroperasi pada daratan. UGV pada umumnya digunakan untuk operasi militer dengan tujuan untuk mengurangi korban jiwa khususnya para operator yang sebelumnya mengoperasikan kendaraan pada medan perang. Penggunaan UGV dapat meminimalisir korban jiwa dengan beroperasinya kendaraan tersebut tanpa perlu adanya manusia dalam pengoperasiannya. Dalam riset ini, kontrol jarak jauh UGV menggunakan modul NRF24L01. NRF24L01 merupakan modul radio *transceiver* yang beroperasi pada frekuensi 2.4 Ghz. Pada ujung kendali akan berlaku sebagai pengirim sinyal, dan UGV akan berlaku sebagai penerima sinyal. Metode yang digunakan pada riset ini adalah dengan pengoperasian UGV pada lahan terbuka dengan parameter-parameter yang telah ditentukan. Dari pengujian yang telah dilakukan, kendali jarak jauh dapat menempuh jangkauan sejauh 1 kilometer.

**Kata kunci**— UGV, NRF24L01, Wireless Control, Radio Communication

## I. PENDAHULUAN

UGV merupakan mesin mekanik yang dapat menempuh dan bergerak pada permukaan tanah yang memiliki peran untuk membawa keperluan logistik, misi pengintaian, misi penjinakan bom, dan lain sebagainya[1]. Pada peperangan terdahulu, kendaraan perang dioperasikan oleh para prajurit perang dari masing – masing kubu, sehingga ketika terdampak oleh serangan lawan, prajurit yang mengoperasikan kendaraan tersebut terdampak secara langsung akibat dari serangan yang dilancarkan oleh pihak musuh. Maka dari itu, tujuan dari UGV adalah untuk menghilangkan peran manusia dalam pengoperasian kendaraan militer tersebut[2]. Beberapa poin penting pada UGV dalam bidang militer adalah konstruksi mekanik dan komunikasi data. UGV dapat dikendalikan secara jarak jauh dengan beberapa metode, diantaranya adalah dengan menggunakan komunikasi internet dan komunikasi radio. Pada kondisi peperangan, besar kemungkinan jaringan internet akan padam dan tentu akan berdampak pada peralatan militer yang menggunakan komunikasi internet untuk dapat beroperasi. Di sisi lain, komunikasi radio dapat berdiri sendiri dengan memiliki *transmitter* pada ujung

kendali dan memiliki *receiver* pada UGV. Sehingga protokol komunikasi yang menggunakan radio masih dapat digunakan di dalam peperangan.

Peperangan tidak pernah lepas dari peran komunikasi radio, gelombang radio dapat digunakan untuk berkomunikasi antar prajurit, mendeteksi musuh, dan lain sebagainya, sehingga radio memiliki peran penting dalam peperangan, khususnya pengaplikasiannya untuk komunikasi.

Pada penelitian ini, dirancang sebuah kendali jarak jauh untuk UGV dengan menggunakan modul radio yaitu NRF24L01. Modul tersebut merupakan *transceiver* radio yang bekerja pada frekuensi 2.4 Ghz sehingga mumpuni dalam pengiriman data berkecepatan tinggi dan dapat diandalkan untuk kendali pada UGV. Penelitian ini akan mengukur latensi dan menghitung *packet loss* pada jarak tertentu yang telah ditentukan.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Komunikasi Radio

Jaringan radio merupakan gabungan dari beberapa jaringan yang saling terhubung dengan mengirim data ke jaringan yang lain[3]. Suatu jaringan dikatakan sebagai penerima jika dia tidak mengirim data dan ada jaringan yang mengirim data kepada jaringan itu. Gelombang radio adalah jenis dari gelombang elektromagnetik yang memiliki transmisi berkecepatan tinggi. Bagian penting dari sebuah komunikasi radio adalah adanya *transmitter* dan *receiver*. *Transmitter* mengubah data yang dikirim menjadi gelombang radio dan mengirim data tersebut menuju penerima yang diteliti ditentukan. *Receiver* akan menerima data tersebut dan akan mengubah gelombang radio yang diterima tersebut menjadi data asli yang dikirimkan.

Komunikasi radio memiliki peran vital dalam dunia telekomunikasi modern, dimana radio berperan sebagai jaringan komunikasi nirkabel pada perangkat – perangkat modern ini yang setiap hari kita gunakan.

### B. Delay

*Delay* merupakan perhitungan dari waktu yang dibutuhkan oleh suatu data pada saat waktu data dikirim hingga sampai kepada penerima. Dalam komunikasi data, *delay* dipengaruhi oleh banyaknya data yang akan dikirimkan. Waktu yang dibutuhkan oleh pengiriman tersebut

dipengaruhi oleh data yang dikirimkan *transmitter* menempuh rute lain saat *routing* untuk menghindari kemacetan pengiriman data, dari hal tersebut, mengakibatkan pengiriman data menempuh waktu yang lebih lama untuk sampai ke penerima[4].

### C. Packet Loss

*Packet Loss* adalah sebuah ukuran kualitas layanan (QoS) yang menunjukkan persentase dari total paket data yang hilang dalam proses pengiriman. Beberapa factor yang menyebabkan hilangnya paket data dapat bervariasi, seperti *congestion* yaitu penyumbatan atau kepadatan lalu lintas data dan *collision* yaitu tabrakan data, sehingga dua faktor tersebut menjadi faktor umum penyebab hilangnya paket data dalam pengiriman[5].

## III. METODE

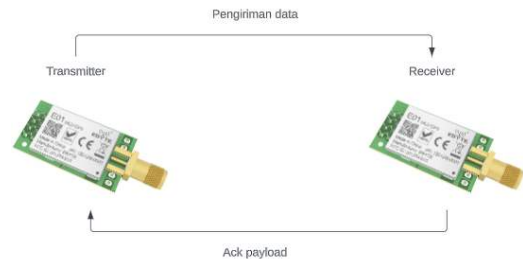
### A. Diagram Sistem

Berikut merupakan diagram alur dari sistem pengujian. NRF24L01 sebagai *transmitter* dan *receiver* dipastikan terhubung satu sama lain untuk dapat berkomunikasi. Kemudian dilakukan pengumpulan data berdasarkan *output* yang dihasilkan untuk kemudian dilakukan analisis terhadap data yang telah dikumpulkan.



GAMBAR 1  
Flowchart

### B. Diagram Blok Sistem



GAMBAR 2  
Diagram sistem

Pada gambar 2 menunjukkan 2 modul NRF24L01 yang saling terhubung. NRF24L01 merupakan modul komunikasi nirkabel radio yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz, dimana modul ini dapat berlaku sebagai *transmitter* atau *receiver*. Pada gambar di atas, modul pertama berlaku sebagai *transmitter*, dan modul kedua berlaku sebagai *receiver*. *Transmitter* mengirim data kepada *receiver* dan kemudian *receiver* menerima data tersebut. Menggunakan fitur *Ack payload*, data yang diterima oleh *receiver*, dapat dikirim kembali kepada *transmitter* sehingga untuk mengkonfirmasi bahwa paket telah diterima oleh *receiver*.

### C. Parameter NRF24L01

Pada modul NRF24L01, terdapat beberapa kustomisasi yang dapat dilakukan. Beberapa kustomisasi yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut :

```

radio.setChannel(100);
radio.setPALevel(RF24_PA_MAX, 1);
radio.setDataRate(RF24_250KBPS);
  
```

GAMBAR 3  
NRF24L01 Kustomisasi

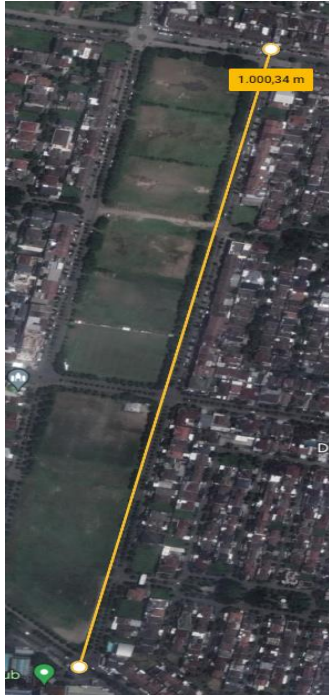
Kustomisasi yang pertama dapat kita lakukan adalah mengatur *channel* pada modul ini. *Channel* ini memiliki rentang nilai dari 1 – 125, dimana ini merupakan nilai frekuensi yang dapat kita atur. NRF24L01 bekerja pada frekuensi 2.4 GHz, sehingga NRF24L01 dapat bekerja dalam rentang nilai 2.4 – 2.525 GHz. Fitur ini digunakan untuk menghindari interferensi dari frekuensi peralatan sekitar area pengujian agar transmisi data yang dilakukan dapat berjalan dengan lancar dan memiliki hasil yang terbaik.

Fitur yang kedua merupakan kustomisasi untuk mengatur *output power* yang dihasilkan oleh modul tersebut. Pada model ini, *output power* yang dapat dihasilkan adalah 100mW. Dimana kita dapat mengatur *output power* menjadi lebih rendah untuk menghemat daya.

Fitur yang ketiga adalah kecepatan pengiriman data, dimana kita dapat mengatur untuk memilih transfer data dalam rentang nilai 250 KBPS, 1MBPS dan 2MBPS. Semakin tinggi *data rate* yang digunakan, maka semakin cepat transmisi yang dilakukan, namun semakin kecil jangkauan jarak yang dapat ditempuh oleh modul tersebut. Sebaliknya, apabila kita mengatur untuk menggunakan *data rate* terkecil, maka kita akan mendapatkan jangkauan jarak yang lebih jauh.

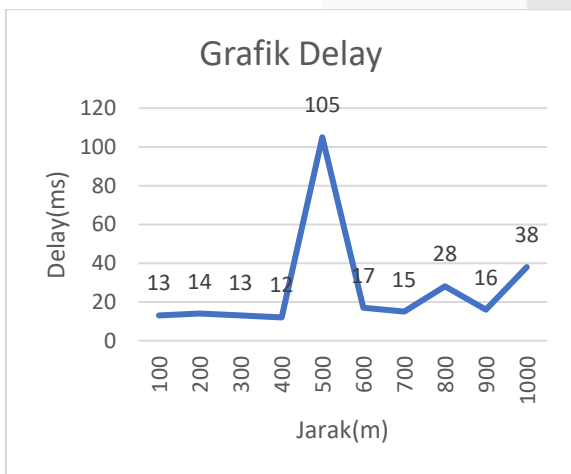
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian yang telah dilakukan adalah jangkauan komunikasi antara RX(UGV) dengan TX(Remote) adalah sejauh 1 KM. Pengujian dilakukan pada area terbuka yaitu bertempat pada lapangan Batununggal, Bandung.



GAMBAR 4 Lokasi Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan antenna eksternal berjenis antenna *directional*, yang berarti bahwa antenna ini hanya dapat mentransmisikan sinyal kepada arah saja. Lebar sudut cakupan transmisi dari antenna yang kami gunakan adalah sebesar  $23^\circ$  secara horizontal dan  $26^\circ$  secara vertical dan memiliki *gain* sebesar 16dBi. Dengan hasil *delay* yang kami dapatkan sebagai berikut:



GRAFIK 1 Hasil Delay

Dari hasil *delay* yang kami dapatkan, koneksi yang stabil antara RX dan TX terjadi ketika angka *delay* berada pada

rentang nilai 13ms hingga 17ms. UGV dapat merespons secara *real time* perintah yang diberikan oleh TX. Ketika nilai *delay* bertambah tinggi, maka yang terjadi adalah koneksi antara TX dan RX terputus, sehingga menyebabkan UGV hanya menjalankan perintah terakhir yang diterima, dan akan terus menjalankan perintah tersebut hingga koneksi antara UGV dan TX kembali pulih dan UGV menerima perintah baru yang dikirim oleh TX. Ketika kita sedang mengoperasikan UGV dan memberikan perintah untuk maju, kemudian ketika koneksi terputus, maka UGV akan terus maju, dan kita tidak dapat mengubah perintah tersebut ketika koneksi antara UGV dan TX terputus. Pada beberapa titik lain pengujian, nilai *delay* yang didapat adalah tinggi, sehingga perlu melakukan penyesuaian yaitu dengan pindah ke titik lain, dan dengan mengarahkan antenna secara linear antara RX dan TX.

TABEL 1. Nilai Packet Loss

Jarak(m)	Data Kirim	Data Terima	Packet Loss
100	100	97	3%
200	100	97	3%
300	100	97	3%
400	100	97	3%
500	100	92	8%
600	100	99	1%
700	100	97	3%
800	100	97	3%
900	100	98	2%
1000	100	89	11%

Pada pengujian *packet loss*, pada tiap titik pengujian, kami melakukan 100 pengiriman data untuk kemudian melihat jumlah data yang diterima pada titik tersebut. Hal yang sama berlaku seperti pada nilai *delay*, ketika nilai *packet loss* berkisar sekitar 3%, maka koneksi antara RX dan TX stabil, sehingga UGV dapat merespons apa yang diperintahkan oleh RX secara *realtime*. Ketika UGV mengalami nilai *packet loss* yang besar, maka koneksi antara RX dan TX terputus, sehingga UGV hanya melaksanakan perintah terakhir yang diterima.

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian yang kami lakukan disini adalah, NRF24L01 dapat menjadi solusi yang murah dan mudah untuk komunikasi nirkabel dengan respons yang *realtime* pada jangkauan tertentu. Jangkauan komunikasi NRF24L01 tersebut dapat dikembangkan dengan menggunakan antenna yang memiliki *gain* yang lebih tinggi.

## REFERENSI

- [1] D. W. Gage, "UGV History 101: A Brief History of Unmanned Ground Vehicle (UGV) Development Efforts," *Unmanned Syst.*, vol. 13, no. 3, pp. 9–32, 1995, [Online]. Available: <http://oai.dtic.mil/oai/oai?verb=getRecord&metadataPrefix=html&identifier=ADA422845>
- [2] J. Ni, J. Hu, and C. Xiang, "A review for design and dynamics control of unmanned ground vehicle," *Proc. Inst. Mech. Eng. Part D J. Automob. Eng.*, vol. 235, no. 4, pp. 1084–1100, 2021, doi: 10.1177/0954407020912097.
- [3] N. Alon, A. Bar-Noy, N. Linial, and D. Peleg, "On the complexity of radio communication," pp. 274–285, 1989, doi: 10.1145/73007.73033.
- [4] L. A. Tiransri, F. Dewanta, and H. H. Nuha, "Analisis Quality of Service Modul NRF24L01 pada Sistem Stasiun Cuaca Lokal," *TELKA - Telekomun. Elektron. Komputasi dan Kontrol*, vol. 9, no. 1, pp. 44–51, 2023, doi: 10.15575/telka.v9n1.44-51.
- [5] H. Fahmi, "Analisis Qos (Quality of Service) Pengukuran Delay, Jitter, Packet Lost Dan Throughput Untuk Mendapatkan Kualitas Kerja Radio Streaming Yang Baik," *J. Teknol. Inf. dan Komun.*, vol. 7, no. 2, pp. 98–105, 2018.