

PERANCANGAN DAN REALISASI PURWARUPA SISTEM KOMUNIKASI SATELIT NANO DENGAN MENGGUNAKAN MODUL RF4463PRO – 433

1st Ikhwan Muzzaki

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

ikhwanmuzzaki@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Levy Olivia Nur

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

levyolivia@telkomuniversity.ac.id

3rd Edwar

Prodi S1 Teknik Telekomunikasi
Fakultas Teknik Elektro
Telkom University
Bandung, Indonesia

edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Satelit nano merupakan salah satu jenis satelit buatan manusia yang memiliki ukuran kecil yaitu 1U (10 cm x 10 cm x 10 cm) dimana ukuran tersebut berdasarkan standar cube – sat dan memiliki massa 1 – 10 kg. Pada satelit nano ini, terdapat sebuah sistem komunikasi yang menghubungkan antar segmen angkasa (satelit) dan juga segmen bumi (stasiun bumi) atau biasa disebut dengan sistem komunikasi satelit. Selain digunakan untuk berkomunikasi antar segmen, sistem komunikasi satelit ini juga dapat digunakan untuk mengontrol seluruh fungsi dari satelit oleh stasiun bumi. Pada sistem komunikasi satelit nano ini biasanya menggunakan pita frekuensi UHF (Ultra High Frequency) dan juga VHF (Very High Frequency). Kemudian frekuensi yang digunakan pada penelitian ini adalah frekuensi VHF sebesar 145 MHz. Adapun untuk melakukan proses pengiriman data pada sistem dibutuhkan sebuah modul yang mampu bekerja pada frekuensi VHF yaitu modul RF4463PRO. Selain itu, terdapat sebuah mikrokontroler yang digunakan untuk membantu modul RF4463PRO dalam melakukan pemrosesan data pada sistem. Hasil dari penelitian tugas akhir ini adalah purwarupa sistem komunikasi satelit nano yang menggunakan modul RF4463PRO dengan frekuensi 145 MHz. Setelah purwarupa sistem komunikasi satelit selesai dirancang, dilakukan percobaan dengan mengirim data antar segmen dengan baudrate yang berbeda dan juga modulasi yang berbeda. Oleh karena itu, purwarupa sistem komunikasi satelit ini dibuat berdasarkan dua segmen, yaitu segmen angkasa dan juga segmen bumi.

Kata kunci— satelit nano, sistem komunikasi satelit, modul RF4463PRO, VHF

Abstract— Nano satellite is one type of man-made satellite which has a small size of 1U (10 cm x 10 cm x 10 cm) where the size is based on the standard cube - sat and has a mass of 1 - 10 kg. In this nano satellite, there is a communication system that connects the space segment (satellite) and also the earth segment (earth station) or commonly referred to as a satellite communication system. Besides being used to communicate between segments, this satellite communication system can also be used to control all functions of the satellite by the earth station. In this nano-satellite communication system usually uses the UHF (Ultra High Frequency) and VHF (Very High Frequency) frequency bands. Then the frequency used in this study is the VHF frequency of 145 MHz. As for the process of sending data to the system, it takes a module that is able to work at VHF frequencies,

namely the RF4463PRO module. In addition, there is a microcontroller which is used to assist the RF4463PRO module in processing data on the system. The result of this final project is a prototype of a nano-satellite communication system that uses the RF4463PRO module with a frequency of 145 MHz. After the prototype of the satellite communication system was designed, experiments were carried out by sending data between segments with different baudrates and also different modulations. Therefore, the prototype of this satellite communication system is made based on two segments, namely the space segment and the earth segment.

Keywords— nano satellite, satellite communication system, RF4463PRO Module, VHF

I. PENDAHULUAN

Pada era modern saat ini, sudah banyak teknologi yang berkembang pesat termasuk satelit. Satelit merupakan suatu benda langit yang mengorbit benda lain yang memiliki periode revolusi dan rotasi tertentu. Ada dua jenis satelit, yaitu satelit alami dan buatan. Untuk satelit alami ini adalah benda – benda yang berada di luar angkasa dan mengorbit planet atau benda – benda lain di angkasa. Sementara satelit buatan merupakan benda buatan manusia yang diluncurkan ke luar angkasa dengan tujuan tertentu. Saat ini, sudah banyak inovasi mengenai satelit, salah satunya yaitu satelit nano. Satelit nano memiliki massa yang relatif ringan, yaitu 1 – 10 kg dan satelit ini mengorbit pada LEO (Low Earth Orbit) dengan ketinggian antara 180 – 2000 km diatas permukaan bumi [1]. Satelit nano ini dirancang dari beberapa sub-sistem, diantaranya yaitu Onboard Computer (OBC), Payload System, Attitude Determination and Control System (ADCS), Telemetry, Tracking, and Command (TTC), dan Electrical Power System (EPS).

II. KAJIAN TEORI

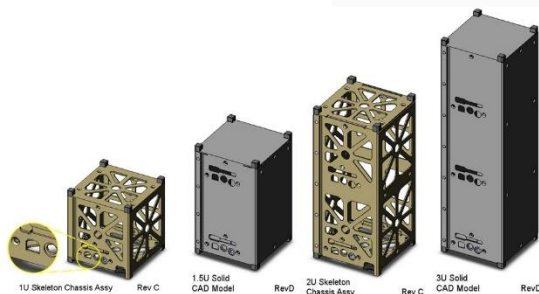
Sistem komunikasi satelit mempunyai peranan penting dalam kemajuan perkembangan dunia telekomunikasi pada saat ini. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Jilan Haidar Rahman yang membahas mengenai pentingnya satelit nano bagi perkembangan teknologi terutama di

Indonesia yang nantinya dapat menyatukan konektivitas dalam jangkauan yang luas dan juga tidak diperlukannya kabel yang melintang sepanjang negara untuk menghubungkan konektivitasnya [2]. Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Ning Wang, Change Ge, Barry Evans, Yogaratnam Rahulan, dan Michael Fitch yang membahas mengenai komunikasi satelit untuk 5G. Penelitian tersebut juga mengungkapkan bahwa komunikasi satelit memiliki cakupan konektivitas geografis yang luas tanpa menggunakan kabel, dan juga hal itu menjadikan solusi untuk cakupan pada daerah pedesaan yang terpencil [3].

III. METODE

Satelit Nano

Satelit nano merupakan salah satu satelit buatan yang diluncurkan ke angkasa dan memiliki ukuran serta massa yang relatif kecil untuk memenuhi suatu misi atau tujuan tertentu. Untuk massa dari satelit nano ini berkisar 1 – 10 kg, kemudian untuk ukuran satelit nano ini menggunakan standar cube-sat yang bersimbolkan “U” yang memiliki ukuran 1U (10 cm x 10 cm). Adapun ukuran dari satelit nano ini bervariasi dan dapat dilihat pada Gambar 1 [4]. Satelit nano ini berada pada daerah orbit LEO (Low Earth Orbit) dengan ketinggian 180 – 2000 km. Pada dasarnya, satelit nano ini terdiri atas 5 sub – sistem utama, yaitu Onboard Computer (OBC), Payload System, Attitude Determination and Control System (ADCS), Telemetry, Tracking, and Command (TTC), dan Electrical Power System (EPS) dimana kelima sistem tersebut akan memiliki fungsinya masing – masing dan akan berkaitan satu sama lain.



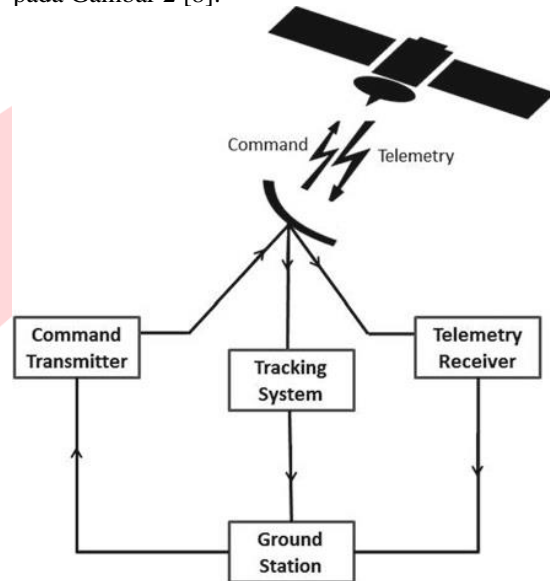
Gambar 1 Ukuran Satelit Nano

Sistem Komunikasi Satelit Konfigurasi Sistem Komunikasi Satelit

Secara garis besar, sistem komunikasi satelit terbagi menjadi tiga, yaitu space segment, control segment, dan ground segment [5]. Pada bagian space segment ini terdiri dari satu atau lebih satelit yang aktif dan juga terdapat satelit cadangan yang disusun menjadi sebuah konstelasi. Pada bagian ini juga terdapat suatu proses pengiriman data atau sinyal, yaitu uplink (dari stasiun bumi menuju satelit), downlink (dari satelit menuju stasiun bumi), dan intersatellite link (antar satelit). Kemudian fungsi dari control segment adalah untuk mengontrol dan juga memantau kondisi dari satelit atau biasa disebut dengan TTC (Telemetry, Tracking, dan Command), dan control segment ini biasanya terletak di bumi. Adapun untuk bagian yang terakhir yaitu ground segment terdiri dari semua stasiun bumi yang nantinya akan terhubung kepada pengguna.

TT&C (Telemetry, Tracking, and Command)

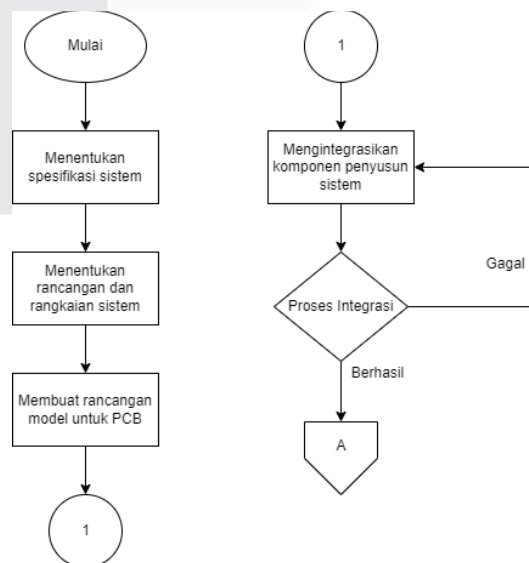
Sistem TT&C merupakan sebuah sistem komunikasi yang digunakan pada satelit untuk mengontrol seluruh fungsi total dari satelit oleh stasiun yang ada di bumi dan juga mengumpulkan data – data di seluruh sensor yang berada pada satelit dan data tersebut akan dikirimkan ke stasiun bumi hal ini biasa disebut dengan sistem monitoring [6]. Selain itu, sistem TT&C ini juga memiliki fungsi untuk memantau terkait dengan kondisi dari seluruh satelit dan juga sub-sistemnya (Telemetry), mengetahui posisi dari satelit ketika sedang mengorbit (Tracking), dan untuk melakukan perintah agar pengoperasian dari satelit mampu dilakukan secara berkelanjutan dan tanpa adanya gangguan (Command) [7]. Ilustrasi sistem komunikasi TT&C pada satelit dapat dilihat pada Gambar 2 [8].



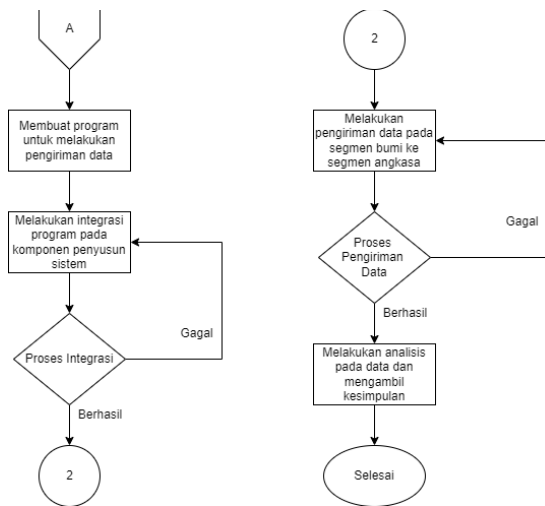
Gambar 2 Sistem Komunikasi TT&C pada Satelit

Diagram Alir Perancangan

Pada penelitian ini, akan dirancang berdasarkan tahapan – tahapan yang telah ditentukan penulis, mulai dari perancangan sistem, pengintegrasian sistem, sampai dengan pengujian sistem yang nantinya akan diakhiri dengan analisis terhadap sistem. Berikut ini merupakan diagram alir dari penelitian ini, yaitu :



Gambar 3 Diagram Alir Perancangan



Gambar 4 Diagram Alir Perancangan

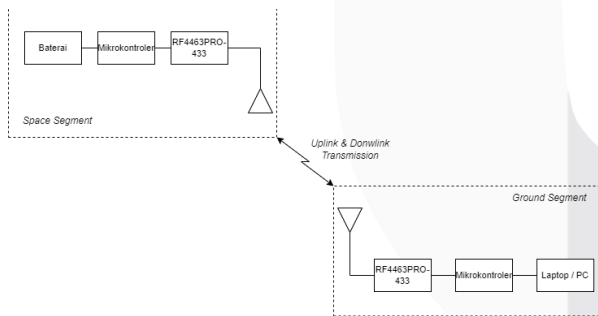
Spesifikasi dan Desain Sistem

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah sistem komunikasi satelit yang memiliki spesifikasi sebagai berikut.

Tabel 1 Spesifikasi Sistem Komunikasi Satelit

Parameter	Keterangan
Frekuensi	145 MHz
Modulasi	2 – FSK
Baudrate Komunikasi	9600 bps

Kemudian untuk desain dari perangkat sistem komunikasi satelit yang akan direalisasikan pada penelitian ini yaitu segmen angkasa dan juga segmen bumi, Berikut ini merupakan diagram blok sistem komunikasi yang akan direalisasikan.



Gambar 5 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 5, terdapat dua segmen yang menjadi dasar dari perancangan sistem komunikasi satelit, yaitu segmen angkasa dan segmen bumi. Pada segmen angkasa ini terdapat sebuah modul RF4463PRO yang akan dimodelkan dalam bentuk PCB bersama dengan mikrokontroler. Selain itu, terdapat baterai yang nantinya akan menjadi suplai daya untuk komponen yang berada pada segmen angkasa. Kemudian untuk komponen yang ada pada segmen bumi akan sama dengan segmen angkasa, hanya terdapat sebuah perbedaan yaitu pada bagian baterai akan diganti dengan laptop / PC yang nantinya akan digunakan sebagai pengirim maupun penerima data dari segmen bumi menuju segmen angkasa.

Transceiver Modul RF4463PRO

Modul RF4463PRO merupakan sebuah IC Transceiver yang diproduksi oleh perusahaan NiceRF Wireless Technology di

China. Modul ini menggunakan sebuah chip Silikon Lab si4463, dimana chip tersebut adalah chip transceiver dengan ISM nirkabel yang telah terintegrasi. Kemudian, chip ini memiliki sensitivitas penerimaan yang sangat rendah (-126 dBm), dan memiliki daya output sebesar +20 dBm sehingga memiliki jangkauan yang luas dan juga memiliki kinerja yang bagus.

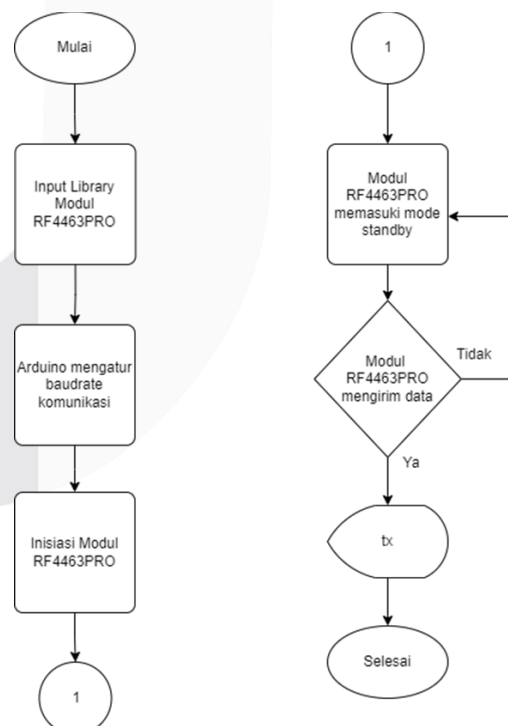
Berikut ini merupakan spesifikasi dan juga rangkaian aplikatif dari Transceiver Module RF4463PRO [9].

Tabel 2 Spesifikasi Modul RF4463PRO

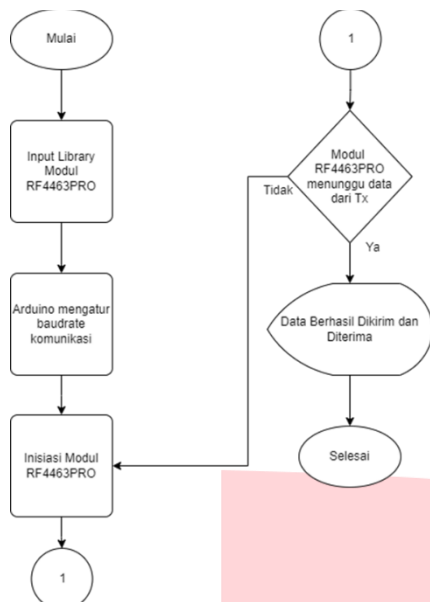
Spesifikasi	Keterangan
Rentang Frekuensi	142 – 520 MHz
Daya Keluaran Maksimal	20dBm
Sensitivitas	up to -126 dBm
Kecepatan Transfer Data	0.1 – 1000 Kbps
Jenis Modulasi	FSK, 4 – FSK, MSK
Sumber Daya Listrik	1.8 – 3.6 Volt

Algoritma dan Cara Kerja Sistem

Berikut ini akan dijelaskan mengenai algoritma dan juga cara kerja pada sistem komunikasi satelit nano.



Gambar 6 Algoritma untuk Program Tx



Gambar 7 Algoritma untuk Program Rx

Berdasarkan algoritma diatas, cara kerja dari sistem akan dimulai dari program tx yang nantinya digunakan untuk segmen angkasa dalam mengirim data menuju segmen bumi. Kemudian untuk program rx yang berfungsi sebagai penerima data akan digunakan sebagai segmen bumi.

Spesifikasi Antena

Agar antena dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan yang diinginkan maka dibutuhkan spesifikasi. Antena ini dirancang agar mampu bekerja pada frekuensi 5.8 GHz. Dan bentuk patch yang direncanakan adalah sirkular. Berikut merupakan spesifikasi antena yang dirancang:

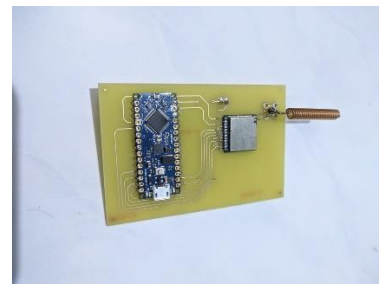
Tabel 3. Tabel Parameter Antena

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	5.8 GHz
Gain	>0 dB
VSWR	<2
Bandwidth	150 MHz
SAR Level	1.6W/Kg untuk 1g
Return Loss	≤ -10 dB

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi Modul Sistem Komunikasi Satelit

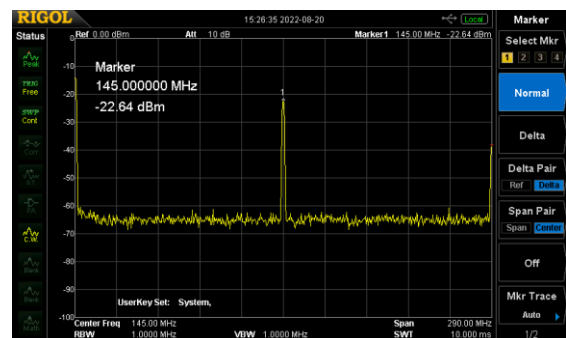
Realisasi modul sistem komunikasi satelit ini dilakukan setelah proses perancangan desain dan spesifikasi sistem yang nantinya akan dilakukan pengujian terhadap komunikasi antar segmen dari modul. Adapun untuk purwarupa dari modul sistem komunikasi satelit ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8 Purwarupa Modul Sistem Komunikasi Satelit

Pengukuran Frekuensi dengan Spectrum Analyzer

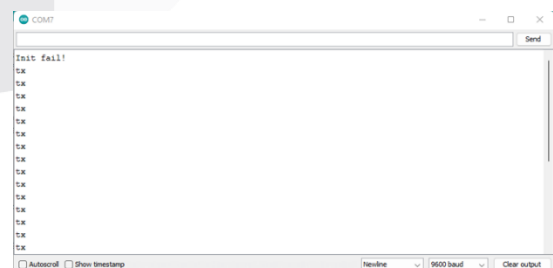
Pengukuran frekuensi ini dilakukan untuk mengetahui nilai dari frekuensi kerja modul sistem komunikasi satelit pada saat modul sedang digunakan untuk berkomunikasi. Adapun untuk pengukuran frekuensi ini menggunakan Spectrum Analyzer (SA), SA ini merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengukur sinyal listrik terutama pada bagian frekuensi. SA yang digunakan pada pengukuran kali ini adalah Rigol DSA815 yang dapat bekerja pada frekuensi 9 KHz – 1.5 GHz. Adapun untuk hasil dari pengukuran frekuensi menggunakan Spectrum Analyzer dapat dilihat pada Gambar 9.



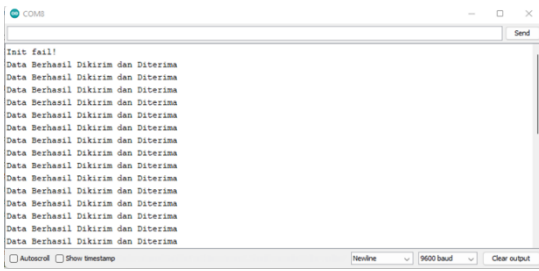
Gambar 9 Pengukuran Frekuensi Kerja Modul RF4463PRO menggunakan Spectrum Analyzer

Uji Pengiriman Data

Pada uji pengiriman data ini akan dilakukan antar segmen angkasa dan segmen bumi. Adapun untuk pengujian pengiriman data ini menggunakan sebuah platform aplikasi Arduino IDE yang nantinya akan dihubungkan menuju mikrokontroler pada PCB, untuk hasil dari komunikasi antar segmen ini akan terlihat pada Serial Monitor. Berikut ini merupakan hasil dari pengiriman data antar segmen.



Gambar 10 Tampilan Serial Monitor pada program Tx



Gambar 11 Tampilan Serial Monitor pada program Rx

Pengujian Komunikasi antar Modul dengan Range Test

Pengujian range test ini dilakukan untuk mengetahui apakah komunikasi antar modul pada segmen bumi dan juga segmen satelit dapat mengirimkan data dengan lancar dan tanpa adanya error atau akan ada sebuah error pada saat komunikasi antar modul ini berlangsung. Adapun untuk jarak yang digunakan untuk range test ini adalah 50 m dengan lokasi di kawasan Universitas Telkom. Untuk lokasi dari pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 12.



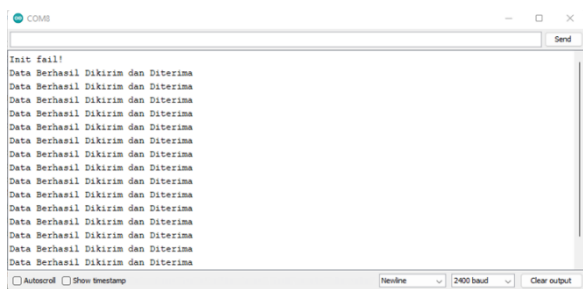
Gambar 12 Lokasi Pengujian Range Test

Pengujian terhadap Perbedaan Baudrate

Pada pengujian ini akan dilakukan 4 kali percobaan, dimana masing – masing percobaan akan menggunakan 2400 bps, 4800 bps, 9600 bps, dan 115200 bps. Adapun untuk hasil dari pengujian range test ini adalah sebagai berikut.

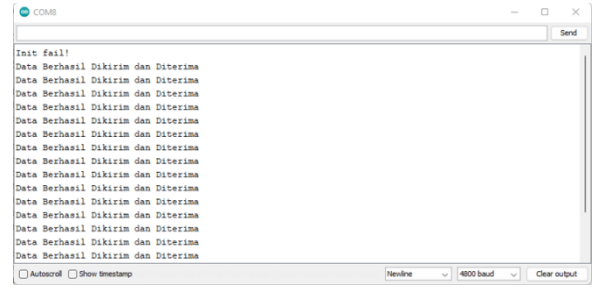
Pengujian dengan Baudrate 2400 bps

Pada pengujian ini, pengiriman komunikasi antar modul berhasil dilakukan dengan baik, akan tetapi untuk jarak maksimal modul dapat berkomunikasi adalah 8 m. Kemudian untuk hasil dari pengiriman data antar modul dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Hasil Pengujian dengan Baudrate 2400 bps
Pengujian dengan Baudrate 4800 bps

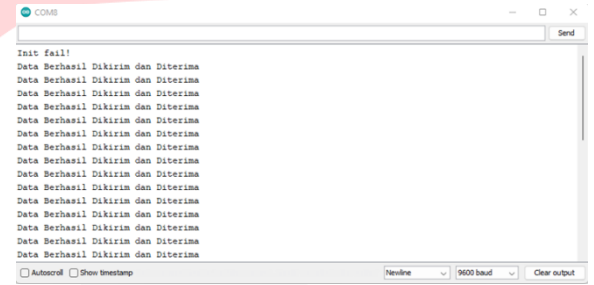
Pada pengujian ini, pengiriman komunikasi antar modul berhasil dilakukan dengan baik, akan tetapi untuk jarak maksimal modul dapat berkomunikasi adalah 8 m. Kemudian untuk hasil dari pengiriman data antar modul dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Hasil Pengujian dengan Baudrate 4800 bps

Pengujian dengan Baudrate 9600 bps

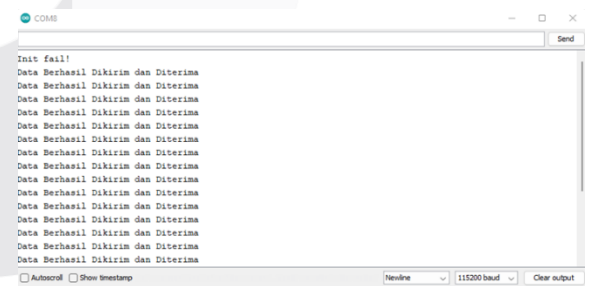
Pada pengujian ini, pengiriman komunikasi antar modul berhasil dilakukan dengan baik, akan tetapi untuk jarak maksimal modul dapat berkomunikasi adalah 8 m. Kemudian untuk hasil dari pengiriman data antar modul dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15 Hasil Pengujian dengan Baudrate 9600 bps

b. Pengujian dengan Baudrate 115200 bps

Pada pengujian ini, pengiriman komunikasi antar modul berhasil dilakukan dengan baik, akan tetapi untuk jarak maksimal modul dapat berkomunikasi adalah 8 m. Kemudian untuk hasil dari pengiriman data antar modul dapat dilihat pada Gambar 16.



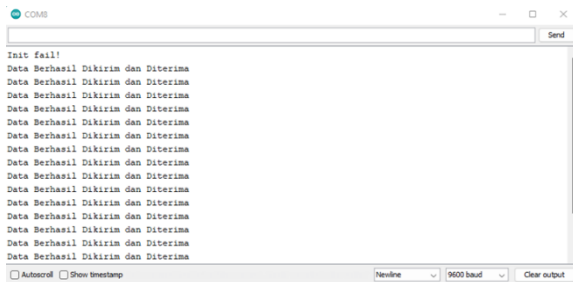
Gambar 16 Hasil Pengujian dengan Baudrate 115200 bps

Pengujian terhadap Perbedaan Modulasi

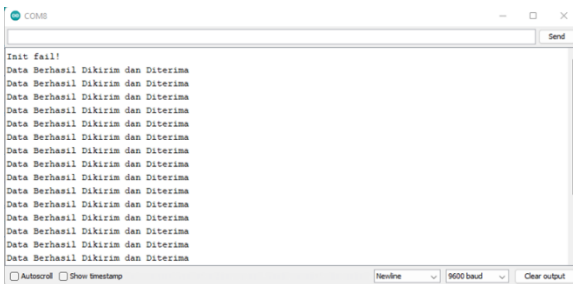
Pada pengujian ini akan dilakukan 4 kali percobaan, dimana masing – masing percobaan akan menggunakan modulasi 2FSK, 2GFSK, 4FSK, dan 4GFSK. Adapun untuk keempat percobaan tersebut akan menggunakan bitrate yang sama, yaitu 9600 bps.

a. Pengujian dengan Modulasi 2FSK

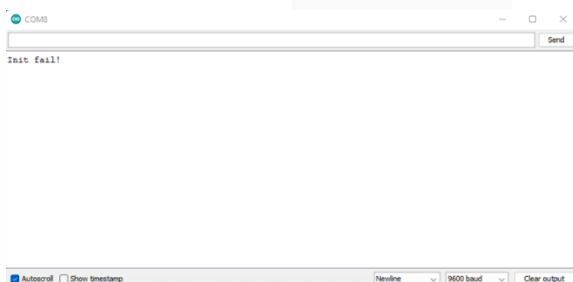
Pada pengujian ini, pengiriman komunikasi antar modul berhasil dilakukan dengan baik, akan tetapi untuk jarak maksimal modul dapat berkomunikasi adalah 8 m. Kemudian untuk hasil dari pengiriman data antar modul dapat dilihat pada Gambar 17.



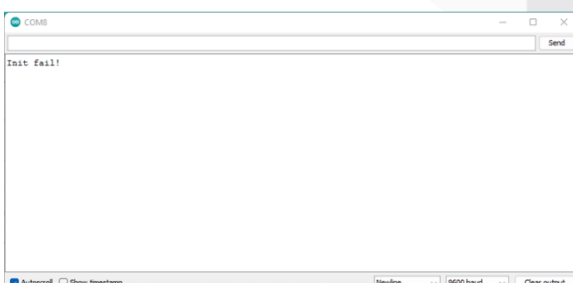
Gambar 17 Hasil Pengujian dengan Modulasi 2FSK
 Pengujian dengan Modulasi 2GFSK
 Pada pengujian ini, pengiriman komunikasi antar modul tidak berhasil dilakukan, Kemudian untuk hasil dari pengiriman data antar modul dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Hasil Pengujian dengan Modulasi 2GFSK
 Pengujian dengan Modulasi 4FSK
 Pada pengujian ini, pengiriman komunikasi antar modul tidak berhasil dilakukan, Kemudian untuk hasil dari pengiriman data antar modul dapat dilihat pada Gambar 19.



Gambar 19 Hasil Pengujian dengan Modulasi 4FSK
 Pengujian dengan Modulasi 4GFSK
 Pada pengujian ini, pengiriman komunikasi antar modul berhasil dilakukan dengan baik, akan tetapi untuk jarak maksimal modul dapat berkomunikasi adalah 8 m. Kemudian untuk hasil dari pengiriman data antar modul dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar 20 Hasil Pengujian dengan Modulasi 4GFSK

V. KESIMPULAN

Penelitian yang telah dilakukan ini menghasilkan suatu purwarupa sistem komunikasi satelit nano yang

menggunakan modul RF4463PRO dengan Arduino Nano Every sebagai mikrokontrolernya. Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian ini, diperoleh beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

1. Proses perancangan sistem komunikasi satelit nano dengan menggunakan modul RF4463PRO ini dimulai dengan melakukan desain PCB untuk shield modul kemudian melakukan integrasi antar komponen yang ada, yaitu antara modul dengan mikrokontrolernya. Setelah itu dilakukan uji coba pengiriman data dengan program yang sudah ada sebelumnya sehingga uji coba pengiriman data antar modul berhasil dilakukan.
2. Pengujian range test pada modul ini dilakukan sebanyak 8 kali percobaan dengan metode yang berbeda, yaitu pengujian terhadap baudrate dan modulasi, masing – masing percobaan dilakukan sebanyak 4 kali. Pada pengujian range test ini, terdapat beberapa pengujian yang tidak berhasil dilakukan, yaitu pada pengujian range test terhadap modulasi 4FSK dan 4GFSK.

REFERENSI

- [1] R. Cochetti, *Mobile Satellite Communication Handbook Second Edition*. Colorado: Wiley, 2013.
- [2] J. H. Rahman, “SATELIT NANO SEBAGAI SOLUSI PEMENUHAN KEBUTUHAN SATELIT DI INDONESIA NANO,” Purwokerto, 2021.
- [3] N. Wang, C. Ge, B. Evans, Y. Rahulan, and M. Fitch, “Satellite Communications for 5G: Promising yet Challenging,” *IEEE CTN*, Apr. 2019, Accessed: Aug. 24, 2022. [Online]. Available: <https://www.comsoc.org/publications/ctn/satellite-communications-5g-promising-yet-challenging>
- [4] L. Papadopoulos, “NASA’s Cube Quest Challenge Aims to Send Nanosatellites to Lunar Orbit and Beyond on First SLS Flight”, Accessed: Dec. 02, 2021. [Online]. Available: <https://www.americaspace.com/2014/12/04/nasas-cube-quest-challenge-aims-to-send-nanosatellites-to-lunar-orbit-and-beyond-on-first-sls-flight/>
- [5] G. Maral and M. Bousquet, *Satellite Communications Systems*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd., 2009.
- [6] P. kumar Udaniya, G. Sharma, and L. Tharani, “Application of MIMO system for Telemetry, Tracking Command and Monitoring Subsystem to Control the Satellite,” 2016.
- [7] A. N. Guest, *Handbook of Satellite Applications*. New York: Springer Science & Business Media, 2013.

- [8] S. Abdelghafar, A. Darwish, and A. E. Hassanien, "Intelligent Health Monitoring Systems for Space Missions Based on Data Mining Techniques," in *Machine Learning and Data Mining in Aerospace Technology*, Cairo: Studies in Computational Intelligence, 2019, pp. 65–78.
- [9] "RF4463PRO Datasheet," 2020. Accessed: Nov. 22, 2021. [Online]. Available: <https://site-file.fomillesite.com/1260815565112336386/1495581792757276674.pdf>

