



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN DAN ANALISIS KINERJA MODUL
GROUND STATION TINYGS LORA 433 MHZ
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Muhammad Zidan Dias Mayar

2203421013

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN DAN ANALISIS KINERJA MODUL
GROUND STATION TINYGS LORA 433 MHZ
SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Terapan

Muhammad Zidan Dias Mayar

2203421013

PROGRAM STUDI BROADBAND MULTIMEDIA

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2026



HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang di kutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Zidan Dias Mayar

NIM : 2203421013

Tanda tangan :

Tanggal : 16 Juli 2026

POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul : Pengembangan Dan Analisis Kinerja Modul *Ground Station*
TinyGS Lora 433 Mhz Sebagai Media Pembelajaran
Nama : Muhammad Zidan Dias Mayar
NIM : 2203421013
Program Studi : Broadband Multimedia
Jurusan : Teknik Elektro

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 16 Juli 2026
dan dinyatakan **LULUS**

Pembimbing I : Mohammad Fathurahman, S.T., M.T.
NIP.198706072020122012

Depok, 26 Juli 2026
Disahkan oleh
Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyaniti, S.T., M.T.
NIP. 197803312003122002



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan dan Analisis Kinerja Modul *Ground Station TinyGS LoRa 433 MHz* Sebagai Media Pembelajaran” dengan baik.

Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan pada Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta. Skripsi ini membahas mengenai pengembangan sistem *Ground Station* berbasis *TinyGS* serta analisis kinerja komunikasi satelit menggunakan teknologi *LoRa* pada frekuensi 433 MHz sebagai media pembelajaran berbasis praktik.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak dalam proses penyusunan skripsi ini, akan sangat sulit bagi penulis untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Mohammad Fathurahman, S.T.,M.T selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis;
2. Orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral, serta material;
3. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta, khususnya Program Studi Broadband Multimedia;
4. Teman-teman dan rekan seperjuangan yang telah memberikan bantuan dan semangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang komunikasi satelit dan teknologi pembelajaran berbasis praktik.

Depok, 2026

Muhammad Zidan Dias Mayar



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pengembangan dan Analisis Kinerja Modul *Ground Station TinyGS LoRa 433 MHz*
Sebagai Media Pembelajaran

Abstrak

Penelitian ini bertujuan merancang dan merealisasikan *Ground Station TinyGS LoRa 433 MHz* sebagai media pembelajaran komunikasi satelit yang dilengkapi GUI analisis otomatis dan buku modul pembelajaran. Sistem diuji melalui empat tahap, yaitu validasi satelit, pengujian penerimaan pada lingkungan *outdoor*, pengujian pada lingkungan *indoor* dengan kondisi NLOS, serta analisis menggunakan GUI. Pengujian I menghasilkan Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40 sebagai satelit tervalidasi berdasarkan kesesuaian frekuensi operasi, jumlah paket telemetri, kualitas sinyal, konsistensi penerimaan pada variasi *gain* antena, dan intensitas lintasan di wilayah Indonesia. Pengujian II pada lingkungan *outdoor* menghasilkan 171 paket telemetri pada elevasi aktual $8,12^{\circ}$ – $83,17^{\circ}$. Antena 3 dBi, 8 dBi, dan 12 dBi masing-masing menerima 31, 80, dan 60 paket. Berdasarkan variasi ketinggian, antena pada ketinggian 3, 4, dan 5 meter masing-masing menghasilkan 80, 49, dan 42 paket. Antena 8 dBi memberikan hasil paling seimbang dengan rata-rata SNR -11,74 dB dan nilai absolut *Frequency Error* 3090,61 Hz. Pengujian III membuktikan bahwa *Ground Station* masih mampu menerima sinyal pada kondisi *indoor*–NLOS dengan total 30 paket dari 10 lintasan berhasil pada 54 lintasan prediksi atau tingkat keberhasilan 18,52%. Paket diterima pada elevasi aktual $19,38^{\circ}$ – $75,27^{\circ}$, dengan antena 3 dBi menghasilkan 8 paket serta antena 8 dBi dan 12 dBi masing-masing menghasilkan 11 paket. Pengujian IV menunjukkan bahwa GUI mampu menghitung FSPL dan *Link Budget* serta menampilkan grafik dan posisi satelit melalui *Sky Plot*, *Map 2D*, dan *Globe 3D*. Selisih antara RSSI aktual dan hasil *Link Budget* pada Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40 masing-masing sebesar 14,44 dB, 3,01 dB, dan 8,76 dB, dengan rata-rata selisih absolut 8,74 dB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media praktikum dan alat bantu analisis komunikasi satelit berbasis data pengukuran lapangan.

Kata kunci: *Ground Station*, *Gain Antena*, GUI, LoRa, TinyGS.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Development and Performance Analysis of the TinyGS LoRa 433 MHz Ground Station Module as a Learning Medium

Abstract

This research aims to design and realize the 433 MHz TinyGS LoRa Ground Station as a satellite communication learning medium equipped with an automatic analysis GUI and a learning module book. The system was tested through four stages, namely satellite validation, outdoor reception testing, indoor testing with NLOS conditions, and analysis using the GUI. Test I produced Tianqi-31, Tianqi-39, and Tianqi-40 as validated satellites based on the suitability of the operating frequency, the number of telemetry packets, signal quality, reception consistency at various antenna gains, and track intensity in the Indonesian region. Test II in an outdoor environment produced 171 telemetry packets at actual elevations of 8.12°–83.17°. The 3 dBi, 8 dBi, and 12 dBi antennas received 31, 80, and 60 packets, respectively. Based on the height variation, the antennas at heights of 3, 4, and 5 meters produced 80, 49, and 42 packets, respectively. The 8 dBi antenna provides the most balanced results with an average SNR of -11.74 dB and an absolute Frequency Error value of 3090.61 Hz. Test III proves that the Ground Station is still capable of receiving signals in indoor–NLOS conditions with a total of 30 packets from 10 successful paths on 54 predicted paths or a success rate of 18.52%. Packets are received at actual elevations of 19.38°–75.27°, with the 3 dBi antenna producing 8 packets and the 8 dBi and 12 dBi antennas producing 11 packets each. Test IV shows that the GUI is capable of calculating FSPL and Link Budget as well as displaying graphs and satellite positions via Sky Plot, 2D Map, and 3D Globe. The difference between the actual RSSI and the Link Budget results on Tianqi-31, Tianqi-39, and Tianqi-40 were 14.44 dB, 3.01 dB, and 8.76 dB, respectively, with an average absolute difference of 8.74 dB. The results of the study indicate that the developed system can be used as a practical medium and a tool for satellite communication analysis based on field measurement data.

Keywords: *Ground Station, Antenna gain, GUI, LoRa, TinyGS*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	I
HALAMAN JUDUL.....	II
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	III
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	IV
KATA PENGANTAR	V
ABSTRAK	VI
ABSTRACT.....	VII
DAFTAR ISI.....	VIII
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL.....	XI
DAFTAR LAMPIRAN.....	XIV
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH	3
1.3 TUJUAN	4
1.4 LUARAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Modul Praktikum	5
2.2 <i>Low Earth Orbit</i> (LEO).....	6
2.3 <i>LoRa</i> (<i>Long Range</i>).....	7
2.4 Frekuensi 433 Mhz.....	8
2.5 TinyGS	10
2.6 <i>Board</i> T3 LoRa32 V1.6.1 433 Mhz	12
2.7 ESP32.....	14
2.8 LCD I2C.....	15
2.9 Antena 433 Mhz.....	16
2.10 RSSI (<i>Received Signal Strength Indicator</i>).....	19
2.11 SNR (<i>Signal-to-Noise Ratio</i>).....	20
2.12 <i>Doppler</i>	21
2.13 <i>Free Space Path Loss</i> (FSPL).....	22
2.14 <i>Cable Loss</i>	23
2.15 <i>Atmospheric Loss</i>	25
2.16 <i>Pointing Loss</i>	26
2.17 <i>Link Budget</i>	27
2.18 REST API.....	29
2.19 <i>Graphical User Interface</i> (GUI)	30
2.20 MQTT (<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>)	30
BAB III PERANCANGAN DAN REALISASI	32
3.1 Rancangan Alat	32
3.2 Realisasi Alat	44
BAB IV PEMBAHASAN.....	69
4.1 Pengujian I	70
4.1.1 Deskripsi Pengujian I	70
4.1.2 Prosedur Pengujian I	71
4.1.3 Data Hasil Pengujian I	72
4.1.4 Analisis Data Pengujian I.....	95



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2 Pengujian II	98
4.2.1 Deskripsi Pengujian II	98
4.2.2 Prosedur Pengujian II	99
4.2.3 Data Hasil Pengujian II.....	100
4.2.4 Analisis Data Pengujian II.....	161
4.3 Pengujian III.....	166
4.3.1 Deskripsi Pengujian III	166
4.3.2 Prosedur Pengujian III.....	168
4.3.3 Data Hasil Pengujian III.....	169
4.3.4 Analisis Data Pengujian III	185
4.4 Pengujian IV.....	189
4.4.1 Deskripsi Pengujian IV	189
4.4.2 Prosedur Pengujian IV	190
4.4.3 Data Hasil Pengujian IV.....	191
4.4.4 Analisis Pengujian IV	199
BAB V PENUTUP	202
5.1 Simpulan	202
5.2 Saran.....	203
DAFTAR PUSTAKA	205
RIWAYAT HIDUP.....	208
LAMPIRAN.....	209

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Satelit Aktif Pada frekuensi 433 Mhz TinyGS	10
Gambar 2.2 <i>Board</i> T3 LoRa32 V1.6.1 433 Mhz	12
Gambar 2.3 <i>Board</i> ESP32	14
Gambar 2.4 LCD I2C	15
Gambar 2.5 Antena 433Mhz	16
Gambar 2.6 Hasil Perhitungan <i>Cable Loss Times Microwave Cable Calculator</i>	24
Gambar 3.1 <i>Ground Station</i> TinyGS Lora 433 Mhz	32
Gambar 3.2 <i>Layout</i> GUI (<i>Graphical User Interface</i>) Analisis Otomatis	33
Gambar 3.3 Gambaran Buku Modul Pembelajaran	35
Gambar 3.4 Cara Kerja <i>Ground Station</i> TinyGS LoRa 433 MHz	36
Gambar 3.5 Diagram Blok Penelitian	43
Gambar 3.6 Tampilan web instalasi TinyGS	45
Gambar 3.7 Laptop Terhubung dengan T3 LoRa32 V1.6.1 433 MHz	45
Gambar 3.8 Proses pembuatan dan pengambilan kredensial MQTT	46
Gambar 3.9 Proses Konfigurasi Wi-Fi	46
Gambar 3.10 Tampilan Konfiguarsi TinyGS	47
Gambar 3.11 Proses Konfigurasi Parameter	47
Gambar 3.12 Dashboard TinyGS	48
Gambar 3.13 Diagram Skematik <i>Display Ground Station</i> TinyGS LoRa 433 MHz	50
Gambar 3.14 <i>Coding Library</i> Arduino IDE	50
Gambar 3.15 <i>Coding</i> Sistem dan Koneksi Jaringan Wi-Fi	51
Gambar 3.16 <i>Coding</i> Sistem Mengambil Data	52
Gambar 3.17 <i>Coding</i> Sistem informasi monitoring LCD I2C 20x4	54
Gambar 3.18 <i>Coding</i> Sistem <i>Function</i>	55
Gambar 3.19 Proses <i>Marking</i> Ketinggian Tiang Antena	56
Gambar 3.20 Penataan Alat	57
Gambar 3.21 Kode Excel_reader.py	60
Gambar 3.22 Kode Calculations.py	61
Gambar 3.23 Kode Plotting.py, Skyplot.py, dan Worldmap2d3d.py	62
Gambar 3.24 Kode Exporter.py	63
Gambar 3.25 Kode Main.py	64
Gambar 3. 26 Kode Tinygs_importer.py	65
Gambar 3.27 Tampilan GUI Analisis Otomatis	66
Gambar 3.28 Alur Realisasi Buku Modul Media Pembelajaran	67
Gambar 4. 1 Ilustrasi Sistem Pengujian	69
Gambar 4.2 <i>Heat Map</i> Posisi Satelit Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40	97
Gambar 4.3 RSSI vs Ketinggian Antena Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40	194
Gambar 4.4 SNR vs Ketinggian Antena Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40	195
Gambar 4.5 RSSI vs Elevation Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40	196
Gambar 4.6 SNR vs Elevation Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40	196
Gambar 4.7 Sky Plot Posisi Satelit Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40	197
Gambar 4. 8 Map 2D Posisi Satelit Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40	198
Gambar 4. 9 Globe 3D Posisi Satelit Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40	198



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 TinyGs vs SatNOGS	11
Tabel 2.2 Spesifikasi Antena Yang Digunakan	18
Tabel 3.1 Spesifikasi <i>Ground Station</i> TinyGS Lora 433 Mhz.....	39
Tabel 3.2 Spesifikasi GUI (<i>Graphical User Interface</i>) Analisis Otomatis	41
Tabel 3.3 Spesifikasi Buku Modul Pembelajaran	42
Tabel 4.1 Prosedur Pengujian I.....	71
Tabel 4.2 Data Jumlah Lintasan dan Paket Diterima Validasi Satelit 3 dBi.....	72
Tabel 4.3 Data Parameter Satelit Terbaik Validasi 3 dBi	74
Tabel 4.4 Rata-rata Parameter Komunikasi Satelit Terbaik Validasi Antena 3 dBi..	76
Tabel 4.5 Data Jumlah Lintasan dan Paket Diterima Validasi Satelit 8 dBi.....	79
Tabel 4.6 Data Parameter Satelit Terbaik Validasi 8 dBi	80
Tabel 4.7 Rata-rata Parameter Komunikasi Satelit Terbaik Validasi Antena 8 dBi..	85
Tabel 4.8 Data Jumlah Lintasan dan Paket Diterima Validasi Satelit 12 dBi.....	87
Tabel 4.9 Data Parameter Satelit Terbaik Validasi 12 dBi	89
Tabel 4.10 Rata-rata Parameter Satelit Terbaik Validasi Antena 12 dBi	93
Tabel 4.11 Prosedur Pengujian II.....	99
Tabel 4.12 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 4 Juli 2026	100
Tabel 4.13 Data Parameter Tianqi-31 Antena 12 dBi 3 Meter	101
Tabel 4.14 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 12 dBi 3 Meter	102
Tabel 4.15 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 5 Juli 2026	103
Tabel 4.16 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 6 Juli 2026	104
Tabel 4.17 Data Parameter Tianqi-31 Antena 12 dBi 5 Meter	105
Tabel 4.18 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 12 dBi 5 Meter	106
Tabel 4.19 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 7 Juli 2026	106
Tabel 4.20 Data Parameter Tianqi-31 Antena 8 dBi 3 Meter	107
Tabel 4.21 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 8 dBi 3 Meter	108
Tabel 4.22 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 8 Juli 2026	109
Tabel 4.23 Data Parameter Tianqi-31 Antena 8 dBi 4 Meter	110
Tabel 4.24 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 8 dBi 4 Meter	111
Tabel 4.25 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 9 Juli 2026	112
Tabel 4.26 Data Parameter Tianqi-31 Antena 8 dBi 5 Meter	112
Tabel 4.27 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 8 dBi 5 Meter	113
Tabel 4.28 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 14 Juli 2026	114
Tabel 4.29 Data Parameter Tianqi-31 Antena 3 dBi 3 Meter	114
Tabel 4.30 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 3 dBi 3 Meter	116
Tabel 4.31 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 15 Juli 2026	116
Tabel 4.32 Data Parameter Tianqi-31 Antena 3 dBi 4 Meter	117
Tabel 4.33 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 3 dBi 4 Meter	118
Tabel 4.34 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 16 Juli 2026	119
Tabel 4.35 Data Parameter Tianqi-31 Antena 3 dBi 5 Meter	119
Tabel 4.36 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 3 dBi 5 Meter	120
Tabel 4.37 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 4 Juli 2026	121
Tabel 4.38 Data Parameter Tianqi-39 Antena 12 dBi 3 Meter	122
Tabel 4.39 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 12 dBi 3 Meter	122
Tabel 4.40 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 5 Juli 2026	123
Tabel 4.41 Data Parameter Tianqi-39 Antena 12 dBi 4 Meter	124

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 42 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 12 dBi 4 Meter	125
Tabel 4. 43 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 6 Juli 2026	126
Tabel 4. 44 Data Parameter Tianqi-39 Antena 12 dBi 5 Meter	126
Tabel 4. 45 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 12 dBi 5 Meter	128
Tabel 4. 46 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 7 Juli 2026	128
Tabel 4. 47 Data Parameter Tianqi-39 Antena 8 dBi 3 Meter	129
Tabel 4. 48 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 8 dBi 3 Meter	130
Tabel 4. 49 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 8 Juli 2026	131
Tabel 4. 50 Data Parameter Tianqi-39 Antena 8 dBi 4 Meter	132
Tabel 4. 51 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 8 dBi 4 Meter	132
Tabel 4. 52 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 9 Juli 2026	133
Tabel 4. 53 Data Parameter Tianqi-39 Antena 8 dBi 5 Meter	134
Tabel 4. 54 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 8 dBi 5 Meter	134
Tabel 4. 55 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 14 Juli 2026	135
Tabel 4. 56 Data Parameter Tianqi-39 Antena 3 dBi 3 Meter	136
Tabel 4. 57 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 3 dBi 3 Meter	136
Tabel 4. 58 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 15 Juli 2026	137
Tabel 4. 59 Data Parameter Tianqi-39 Antena 3 dBi 4 Meter	138
Tabel 4. 60 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 3 dBi 4 Meter	139
Tabel 4. 61 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 16 Juli 2026	139
Tabel 4. 62 Data Parameter Tianqi-39 Antena 3 dBi 5 Meter	140
Tabel 4. 63 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 3 dBi 5 Meter	141
Tabel 4. 64 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 Juli 2026	142
Tabel 4. 65 Data Parameter Tianqi-40 Antena 12 dBi 3 Meter	142
Tabel 4. 66 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 12 dBi 3 Meter	143
Tabel 4. 67 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 5 Juli 2026	144
Tabel 4. 68 Data Parameter Tianqi-40 Antena 12 dBi 4 Meter	145
Tabel 4. 69 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 12 dBi 4 Meter	145
Tabel 4. 70 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 6 Juli 2026	146
Tabel 4. 71 Data Parameter Tianqi-40 Antena 12 dBi 5 Meter	147
Tabel 4. 72 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 12 dBi 5 Meter	148
Tabel 4. 73 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 7 Juli 2026	148
Tabel 4. 74 Data Parameter Tianqi-40 Antena 8 dBi 3 Meter	149
Tabel 4. 75 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 8 dBi 3 Meter	151
Tabel 4. 76 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 8 Juli 2026	151
Tabel 4. 77 Data Parameter Tianqi-40 Antena 8 dBi 4 Meter	152
Tabel 4. 78 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 8 dBi 4 Meter	153
Tabel 4. 79 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 9 Juli 2026	154
Tabel 4. 80 Data Parameter Tianqi-40 Antena 8 dBi 5 Meter	155
Tabel 4. 81 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 8 dBi 5 Meter	155
Tabel 4. 82 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 14 Juli 2026	156
Tabel 4. 83 Data Parameter Tianqi-40 Antena 3 dBi 3 Meter	157
Tabel 4. 84 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 3 dBi 3 Meter	158
Tabel 4. 85 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 15 Juli 2026	158
Tabel 4. 86 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 15 Juli 2026	160
Tabel 4. 87 Data Parameter Tianqi-40 Antena 3 dBi 5 Meter	160
Tabel 4. 88 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 3 dBi 5 Meter	161



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 89 Ringkasan Hasil Pengujian Tianqi-31.....	162
Tabel 4. 90 Ringkasan Hasil Pengujian Tianqi-39.....	163
Tabel 4. 91 Ringkasan Hasil Pengujian Tianqi-40.....	164
Tabel 4.92 Prosedur Pengujian III	168
Tabel 4. 93 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 10 Juli 2026	169
Tabel 4. 94 Data Parameter Tianqi-31 Antena 12 dBi <i>Indoor</i>	170
Tabel 4. 95 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 12 dBi <i>Indoor</i>	171
Tabel 4. 96 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-31 11 Juli 2026	171
Tabel 4. 97 Data Parameter Tianqi-31 Antena 8 dBi <i>Indoor</i>	172
Tabel 4. 98 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 8 dBi <i>Indoor</i>	173
Tabel 4. 99 Data Parameter Tianqi-31 Antena 3 dBi <i>Indoor</i>	174
Tabel 4. 100 Data Parameter Tianqi-31 Antena 3 dBi <i>Indoor</i>	174
Tabel 4. 101 Status Keberhasilan Tianqi-31 Antena 3 dBi <i>Indoor</i>	175
Tabel 4. 102 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 10 Juli 2026	176
Tabel 4. 103 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 11 Juli 2026	177
Tabel 4. 104 Data Parameter Tianqi-39 Antena 8 dBi <i>Indoor</i>	177
Tabel 4. 105 Status Keberhasilan Tianqi-39 Antena 8 dBi <i>Indoor</i>	178
Tabel 4. 106 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-39 12 Juli 2026	179
Tabel 4. 107 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 10 Juli 2026	180
Tabel 4. 108 Data Parameter Tianqi-40 Antena 12 dBi <i>Indoor</i>	180
Tabel 4. 109 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 12 dBi <i>Indoor</i>	181
Tabel 4. 110 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 11 Juli 2026	182
Tabel 4. 111 Data Parameter Tianqi-40 Antena 8 dBi <i>Indoor</i>	182
Tabel 4. 112 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 8 dBi <i>Indoor</i>	183
Tabel 4. 113 Jadwal Prediksi Lintasan Tianqi-40 12 Juli 2026	184
Tabel 4. 114 Data Parameter Tianqi-40 Antena 3 dBi <i>Indoor</i>	184
Tabel 4. 115 Status Keberhasilan Tianqi-40 Antena 3 dBi <i>Indoor</i>	185
Tabel 4.116 Prosedur Pengujian IV	190
Tabel 4.117 Radio Configuration Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40.....	192
Tabel 4.118 Parameter Terbaik Satelit Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40.....	193
Tabel 4.119 Perbandingan RSSI Aktual dengan RSSI Hasil Link Budget.....	193



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

L- 1 Pemasangan Komponen <i>Ground Station</i> Tinygs Lora 433 Mhz	209
L- 2 Proses Uji Coba <i>Ground Station</i> Tinygs Lora 433 Mhz	209
L- 3 Link Kode Display I2C	210
L- 4 Link Download GUI Analisis Otomatis.....	210





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi komunikasi satelit mengalami kemajuan yang pesat, khususnya pada pemanfaatan satelit Low Earth Orbit (LEO) yang banyak digunakan untuk sistem komunikasi, pemantauan, serta pengiriman data telemetri. Satelit LEO memiliki karakteristik orbit yang relatif dekat dengan permukaan bumi sehingga mampu menghasilkan latensi komunikasi yang rendah dan efisiensi penggunaan daya yang lebih baik dibandingkan satelit pada orbit yang lebih tinggi. Seiring dengan perkembangan tersebut, teknologi LoRa (Long Range) banyak diterapkan pada komunikasi telemetri satelit karena memiliki sensitivitas penerima yang tinggi, konsumsi daya yang rendah, serta mampu mendukung komunikasi jarak jauh pada pita frekuensi UHF. Salah satu implementasinya adalah platform TinyGS (Tiny Ground Station) yang memungkinkan penerimaan data telemetri satelit secara *real-time* menggunakan perangkat dengan biaya yang relatif rendah (Vizzarri, 2025; TinyGS, 2024).

Dalam bidang pendidikan, proses pembelajaran masih didominasi oleh penyampaian materi secara teoritis sehingga mahasiswa memiliki keterbatasan media pembelajaran untuk melakukan praktikum dan memahami karakteristik komunikasi satelit LEO secara langsung. Konsep-konsep seperti RSSI, SNR, *Frequency Error*, *Free Space Path Loss* (FSPL), *Link Budget*, *Elevation*, dan *Azimuth* umumnya dipelajari melalui teori dan simulasi, sehingga mahasiswa belum memperoleh pengalaman dalam melakukan pengamatan terhadap data telemetri satelit yang diterima secara nyata. Oleh karena itu, diperlukan suatu media pembelajaran berbasis praktikum yang mampu menghubungkan konsep teoritis dengan implementasi sistem komunikasi satelit secara langsung (Jati, Made, & Ardiarta, 2020).

Penelitian sebelumnya telah mengembangkan *Ground Station* berbasis *Internet of Things* (IoT) untuk menerima data telemetri satelit LoRa pada frekuensi 433 MHz. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa *Ground Station* berbiaya rendah mampu



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menerima dan menampilkan data telemetri satelit secara *real-time*. Namun, penelitian tersebut masih berfokus pada pengembangan perangkat dan penerimaan data telemetri, serta belum melakukan analisis performa komunikasi satelit secara bertahap berdasarkan validasi satelit, variasi *gain* antena, variasi ketinggian antena, kondisi lingkungan *outdoor* dan *indoor*, serta perhitungan teoritis menggunakan FSPL dan *Link Budget*. Selain itu, pemanfaatan *Ground Station* yang dilengkapi aplikasi analisis otomatis dan buku modul pembelajaran sebagai media praktikum juga masih terbatas (Simón et al., 2021).

Selain pengukuran parameter komunikasi, analisis performa komunikasi satelit juga memerlukan perhitungan FSPL dan *Link Budget* sebagai dasar untuk memperkirakan kualitas hubungan komunikasi antara satelit dan *Ground Station*. Pada penelitian ini, perhitungan *Link Budget* tidak hanya menggunakan model ruang bebas (*free-space model*), tetapi juga memperhitungkan rugi-rugi sistem seperti *cable loss*. Dengan memasukkan faktor rugi-rugi tersebut, hasil perhitungan *Link Budget* dapat dibandingkan dengan data pengukuran aktual sehingga tingkat kesesuaian antara perhitungan teoritis dan kondisi komunikasi satelit di lapangan dapat dianalisis (Ayana et al., 2020).

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini mengembangkan *Ground Station* TinyGS LoRa 433 MHz yang dilengkapi dengan aplikasi GUI Analisis Otomatis serta buku modul praktikum sebagai media pembelajaran. Penelitian dilakukan melalui empat tahapan pengujian. Pengujian I dilakukan untuk memvalidasi satelit yang digunakan sebagai objek penelitian berdasarkan frekuensi operasi yang stabil, jumlah paket telemetri relatif banyak, dan mempunyai intensitas lintasan di wilayah Indonesia.

Pengujian II dilakukan pada lingkungan *outdoor* menggunakan satelit yang telah tervalidasi. Pengujian ini menggunakan variasi *gain* antena 3 dBi, 8 dBi, dan 12 dBi, serta variasi ketinggian antena 3 meter, 4 meter, dan 5 meter. Parameter yang diamati meliputi frekuensi, *bandwidth*, RSSI, SNR, *Frequency Error*, *Distance*, *Elevation*, *Azimuth*, dan jumlah paket telemetri yang diterima. Pengujian III dilakukan pada



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

lingkungan *indoor* di Gedung G Lantai 3 Politeknik Negeri Jakarta dengan kondisi propagasi NLOS (Non-Line of Sight). Pada pengujian *indoor*, variasi utama yang dianalisis adalah *gain* antena karena ketinggian antena menyesuaikan kondisi ruang pengujian.

Selanjutnya, Pengujian IV dilakukan menggunakan aplikasi GUI Analisis Otomatis untuk menghitung FSPL dan *Link Budget*, membandingkan RSSI aktual dengan hasil perhitungan teoritis, serta memvisualisasikan hubungan antarparameter komunikasi seperti RSSI, SNR, ketinggian antena, *Elevation*, dan posisi satelit. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya menghasilkan sistem *Ground Station* TinyGS LoRa 433 MHz, tetapi juga menyediakan data pengujian, analisis performa komunikasi satelit, GUI analisis otomatis, dan buku modul pembelajaran sebagai pendukung kegiatan praktikum komunikasi satelit.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana merancang dan merealisasikan *Ground Station* TinyGS LoRa 433 MHz yang dilengkapi dengan GUI analisis otomatis dan buku modul pembelajaran?
- 2) Bagaimana menentukan satelit LEO yang tervalidasi sebagai objek penelitian berdasarkan frekuensi operasi, jumlah paket telemetri, dan intensitas lintasan di wilayah Indonesia?
- 3) Bagaimana pengaruh variasi *gain* antena, ketinggian antena, dan kondisi lingkungan *outdoor* maupun *indoor* terhadap kualitas penerimaan sinyal *Ground Station* berdasarkan parameter RSSI, SNR, *Frequency Error*, *Distance*, *Elevation*, *Azimuth*, dan jumlah paket telemetri?
- 4) Bagaimana hasil analisis performa komunikasi satelit menggunakan GUI melalui perhitungan FSPL dan *Link Budget* jika dibandingkan dengan hasil pengukuran aktual?



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- 1) Merancang dan merealisasikan *Ground Station* TinyGS LoRa 433 MHz yang dilengkapi dengan GUI analisis otomatis dan buku modul pembelajaran.
- 2) Menentukan satelit LEO yang tervalidasi sebagai objek penelitian berdasarkan frekuensi operasi, jumlah paket telemetri, dan intensitas lintasan di wilayah Indonesia.
- 3) Menganalisis pengaruh variasi gain antena, ketinggian antena, dan kondisi lingkungan outdoor maupun indoor terhadap kualitas penerimaan sinyal *Ground Station*.
- 4) Menganalisis performa komunikasi satelit menggunakan GUI melalui perhitungan FSPL dan Link Budget, kemudian membandingkannya dengan nilai RSSI aktual hasil pengukuran lapangan.

1.4 Luaran

Luaran yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

- 1) Tersedianya modul *Ground Station* TinyGS berbasis LoRa 433 MHz yang telah dirancang, dibangun, dan diuji, serta dapat digunakan sebagai media pembelajaran komunikasi satelit.
- 2) Tersedianya data hasil penerimaan *telemetry* satelit LoRa yang meliputi parameter Frekuensi, *Bandwidth*, RSSI, SNR, *Frequency Error*, *Distance*, *Elevation*, dan *Azimuth* sebagai bahan analisis kinerja sistem *Ground Station* TinyGS.
- 3) Tersedianya GUI Aplikasi sebagai sistem analisis otomatis untuk *Ground Station* TinyGS berbasis LoRa 433 MHz.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

PENUTUP

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, diperoleh simpulan sebagai berikut.

- 1) *Ground Station* TinyGS LoRa 433 MHz berhasil dirancang dan direalisasikan sebagai sistem penerima paket telemetri satelit LEO. Sistem dilengkapi dengan antena 3 dBi, 8 dBi, dan 12 dBi, perangkat penerima LoRa, koneksi internet, integrasi platform TinyGS, GUI analisis otomatis, serta buku modul pembelajaran. GUI menyediakan mode *Input Manual* dan *Auto TinyGS* untuk mengolah data pengukuran, menghitung FSPL dan *Link Budget*, menyimpan riwayat pengukuran, menampilkan grafik, serta memvisualisasikan posisi satelit. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan dapat digunakan sebagai media pembelajaran komunikasi satelit berbasis praktikum.
- 2) Berdasarkan Pengujian I, satelit LEO yang tervalidasi sebagai objek penelitian adalah Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40. Tianqi-31 dipilih karena menghasilkan kualitas SNR yang baik pada antena 3 dBi dan tetap dapat diterima pada antena 8 dBi. Tianqi-39 menunjukkan penerimaan yang konsisten pada antena 8 dBi dan 12 dBi, sedangkan Tianqi-40 menghasilkan jumlah paket dan rata-rata RSSI yang baik pada antena 3 dBi serta tetap terdeteksi pada antena 12 dBi. Ketiga satelit tersebut juga mempunyai frekuensi operasi yang sesuai, jumlah paket telemetri yang representatif, dan lintasan yang dominan di wilayah Indonesia bagian barat. Oleh karena itu, Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40 dinilai mampu mewakili kondisi penerimaan *Ground Station* pada tahap pengujian berikutnya.
- 3) Variasi *gain*, ketinggian antena, dan kondisi lingkungan memengaruhi penerimaan paket telemetri, tetapi pengaruhnya tidak bersifat linear. Pada lingkungan *outdoor*, sebanyak 171 paket diterima pada elevasi aktual 8,12°–83,17°. Antena 3 dBi, 8 dBi, dan 12 dBi masing-masing menghasilkan 31, 80, dan 60 paket, sedangkan ketinggian 3, 4, dan 5 meter masing-masing



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

menghasilkan 80, 49, dan 42 paket. Antena 8 dBi memberikan hasil paling seimbang dari sisi jumlah paket, SNR, dan kestabilan frekuensi. Pada lingkungan *indoor*-NLOS, *Ground Station* menerima 30 paket dari 10 lintasan berhasil pada 54 lintasan prediksi. Antena 3 dBi menghasilkan 8 paket, sedangkan antena 8 dBi dan 12 dBi masing-masing menghasilkan 11 paket. Paket NLOS diterima pada elevasi aktual $19,38^{\circ}$ – $75,27^{\circ}$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kenaikan *gain* atau ketinggian antena tidak selalu meningkatkan penerimaan karena kualitas sinyal juga dipengaruhi elevasi, jarak, azimut, orientasi antena, *Frequency Error*, pergeseran Doppler, aktivitas transmisi satelit, serta redaman dan pantulan akibat bangunan.

- 4) GUI berhasil digunakan untuk menganalisis performa komunikasi satelit melalui perhitungan FSPL dan *Link Budget* serta membandingkannya dengan hasil pengukuran aktual. Tianqi-31 pada jarak 1489 km menghasilkan FSPL 147,94 dB, sedangkan Tianqi-39 dan Tianqi-40 pada jarak 1125 km menghasilkan FSPL 145,51 dB. Selisih RSSI aktual terhadap hasil *Link Budget* pada Tianqi-31, Tianqi-39, dan Tianqi-40 masing-masing sebesar 14,44 dB, 3,01 dB, dan 8,76 dB, dengan rata-rata selisih absolut 8,74 dB. Tianqi-39 menunjukkan hasil perhitungan yang paling mendekati pengukuran aktual. GUI juga mampu menampilkan hubungan RSSI dan SNR terhadap ketinggian serta elevasi, sedangkan masukan koordinat dan waktu pengamatan digunakan untuk menampilkan posisi satelit melalui *Sky Plot*, *Map 2D*, dan *Globe 3D*. Dengan demikian, GUI dapat digunakan sebagai alat bantu analisis, tetapi hasil *Link Budget* tetap merupakan estimasi teoritis yang perlu dibandingkan dengan pengukuran lapangan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk pengembangan penelitian maupun implementasi sistem pada penelitian selanjutnya, yaitu sebagai berikut.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- 1) Pengujian selanjutnya dapat dilakukan pada lokasi yang berbeda atau di kota yang berbeda agar pengaruh kondisi geografis, lingkungan sekitar, dan intensitas lintasan satelit terhadap penerimaan paket telemetri dapat dianalisis secara lebih luas.
- 2) Penelitian selanjutnya dapat menggunakan antena dengan sistem *tracking* atau rotator agar arah antena dapat mengikuti posisi satelit, sehingga peluang penerimaan paket telemetri menjadi lebih besar.
- 3) Pengujian selanjutnya dapat menggunakan *board* LoRa lain dengan frekuensi operasi yang berbeda, seperti Heltec atau perangkat sejenis, untuk mengetahui pengaruh jenis perangkat dan frekuensi terhadap penerimaan paket telemetri satelit.
- 4) Penelitian selanjutnya dapat membandingkan penggunaan platform *Ground Station* lain selain TinyGS agar performa penerimaan, fitur pemantauan, dan fleksibilitas analisis data dapat dievaluasi secara lebih luas.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Jati, K. V. N. (2020). *Pengembangan modul praktikum berbasis Internet of Things sebagai media pembelajaran*. Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan.
- Ayana, S. E., Lim, S. M., Cho, D. H., & Kim, H. D. (2020). A Development of Satellite Communication Link Analysis Tool. *Journal of Astronomy and Space Sciences*, 37(2), 117–129. <https://doi.org/10.5140/JASS.2020.37.2.117>
- Ya'acob, N., Tajudin, N., Sarnin, S. S., Rahim, S. A. E. A., & Manut, A. (2019). *Link budget and noise calculator for satellite communication*. Journal of Physics: Conference Series, 1152(1), 012021. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1152/1/012021>
- International Telecommunication Union. (2022). *Recommendation ITU-R P.676-13: Attenuation by atmospheric gases and related effects*. Radiocommunication Sector (ITU-R). <https://www.itu.int/rec/R-REC-P.676-13-202208-I/en>
- Valentini, L., Faedi, A., Paolini, E., & Chiani, M. (2021). *Analysis of pointing loss effects in deep space optical links*. 2021 IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.02514>
- Vizzarri, A. (2025). *LoRa-to-LEO satellite—A review with performance analysis*. IEEE Communications Surveys & Tutorials.
- Shaarook, R., & Kesan, S. (2021). *Low power LoRa transmission in low Earth orbiting satellites*. Space Technology Conference Proceedings.
- Gomes, J. S., & Ferreira da Silva, A. (2024). *TinyGS vs. SatNOGS: A comparative analysis of open-source satellite ground station networks*. IEEE Access.
- Satrio Hadikusuma, R., & Nurpulaela, L. (2022). *RSSI analysis on CSS modulation in the 433 MHz frequency band using LoRa in flood sensor*. Journal of Telecommunication Systems.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Pa-in, W., Chotimanon, V., & Lapapan, I. (2021). *Calculation of link budget from LoRa ground sensor to IoT satellite*. International Journal of Satellite Communications and Networking.

Singh, V., Chakraborty, T., Jog, S., Chabra, O., Vasisht, D., & Chandra, R. (2024). *Spectrumize: Spectrum-efficient satellite networks for the Internet of Things*. In *Proceedings of the 21st USENIX Symposium on Networked Systems Design and Implementation (NSDI 2024)* (pp. 825–841). USENIX Association.

Ahmadi, H., Kuhestani, A., Keshavarzi, M. R., & Mesin, L. (2025). *Semantic-aware Doppler shift estimation for low Earth orbit satellite communications*. IEEE Transactions on Wireless Communications.

Santiko, M. A., Eridani, D., & Rochim, A. F. (2023). *Komunikasi long range dan gateway dalam penerimaan data multi-node sensor pada sistem monitoring*. Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi.

Simón, J., Gómez-Rodríguez, J. R., Cárdenas-Juárez, M., Rodríguez-Abdala, V. I., Sandoval-Arechiga, R., Ibarra-Delgado, S., Álvarez-Flores, J. L., Villanueva-Maldonado, J., & Flores-Troncoso, J. (2021). *A miniature IoT-based ground station at 433 MHz for reception of telemetry packets from LoRa satellites*. IEEE Latin America Transactions.

Jedermann, E., Böhm, M., Strohmeier, M., Lenders, V., & Schmitt, J. (2021). *LeoCommon—A ground station observatory network for LEO satellite research*. Acta Astronautica.

Jane, M., & Wan Ibrahim. (2024). *A development of mobile application satellite link budget calculator – SATELE*

Kementerian Komunikasi dan Digital Republik Indonesia. (2025). *Peraturan Menteri Komunikasi dan Digital Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2025 tentang perubahan atas Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 2*



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tahun 2023 tentang penggunaan spektrum frekuensi radio berdasarkan izin kelas.

TinyGS. (2026). *Satellites list on 433 MHz telemetry network*.
<https://tinygs.com/satellites>

Vignato, A., Segato, M., Carasi, A., Dallago, L., Porcarelli, G., Olivieri, L., Toson, F., & Colombatti, G. (2025). *Design, implementation and testing of a LoRa-based TTC subsystem for PocketQube applications*. Materials Research Forum LLC.

Espressif Systems. (2024). *ESP32 series datasheet (Version 5.2)*.
https://www.espressif.com/documentation/esp32_datasheet_en.pdf

Handson Technology. (n.d.). *I2C serial interface 1602 LCD module user guide*.
<http://www.handsontec.com>

Rhamadani, M. (2025). *Rancang bangun dan implementasi modul radio telemetri pada Aerial Measurement Eddy Covariance System (AMES) dengan band frekuensi 433 MHz* [Skripsi sarjana, Universitas Lampung]. Digital Library Universitas Lampung. <https://digilib.unila.ac.id/91900/>

RF Essentials. (n.d.). *How do I calculate the atmospheric gaseous absorption at a specific frequency?* RF Essentials. <https://rfessentials.com/rf-knowledge-base/how-do-i-calculate-the-atmospheric-gaseous-absorption-at-a-specific-frequency-us/>



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

RIWAYAT HIDUP



Muhammad Zidan Dias Mayar

Menempuh pendidikan dasar di SD Muhammadiyah 4 Jakarta Timur, kemudian melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 35 Jakarta Timur dan SMK PGRI 1 Jakarta Timur. Saat ini penulis merupakan mahasiswa aktif Program Studi Broadband Multimedia, Jurusan Teknik Elektro, di Politeknik Negeri Jakarta Tahun Akademik 2025/2026 dan sedang menyelesaikan studi sebagai mahasiswa tingkat akhir

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

L- 1 Pemasangan Komponen *Ground Station* Tinygs Lora 433 Mhz



L- 2 Proses Uji Coba *Ground Station* Tinygs Lora 433 Mhz





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

L- 3 Link Kode Display I2C

Google Drive:

<https://drive.google.com/file/d/11xJxaH7H5TuD1slHQ35cz6z2WNs7Bhrm/view?usp=sharing>

L-4 4 Link Download GUI Analisis Otomatis

Google Drive:

<https://drive.google.com/file/d/1D-ueupUXCWxNO9zxEVjKRYsklzyBzBvj/view?usp=sharing>

