



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI *LONG RANGE (LORA)*
UNTUK *PAYLOAD* BALON STRATOSFER**

ABDURROSYID ATTUROYBI NIM 320210402001

**SKRIPSI YANG DITULIS UNTUK MEMENUHI SEBAGIAN PERSYARATAN DALAM
MENDAPATKAN GELAR SARJANA**

FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI PERTAHANAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO MILITER

BOGOR, 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Abdurrosyid Atturoybi
NIM : 320210402001
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Teknologi Pertahanan
Judul : Rancang Bangun Sistem Telemetry *Long Range*
(LoRa) Untuk *Payload* Balon Stratosfer

Dosen Pembimbing I,



Herwin Melyanus Hutapea, S.ST., M.T.
NIDN. 0102078202
Tanggal: 16 Mei 2025

Dosen Pembimbing II,



Adam Mardamsyah, M.Han
Kolonel Inf NRP. 11940019450871
Tanggal: 16 Mei 2025

Mengetahui,

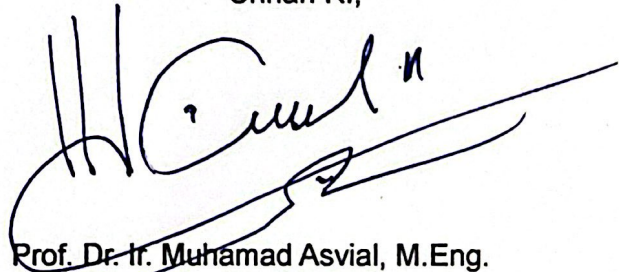
Kepala Program Studi Teknik Elektro
Militer



Dr. Sunarta, S.T., M.T.
Kolonel Laut (E) NRP. 12898/P
Tanggal: 16 Mei 2025

Dekan

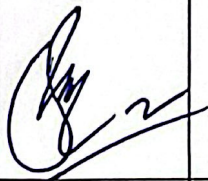
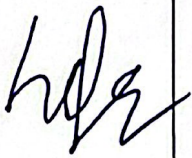
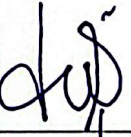
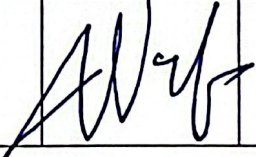
Fakultas Teknik dan Teknologi Pertahanan
Unhan RI,



Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng.
Pembina Utama Muda IV/c
Tanggal: 16 Mei 2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Abdurrosyid Atturoybi
NIM : 320210402001
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Teknologi Pertahanan
Judul : Rancang Bangun Sistem Telemetry Long Range
(LoRa) Untuk Payload Balon Stratosfer

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I: Herwin Melyanus Hutapea, S.ST., MT NIDN. 0102078202		30/05/2025
2	Dosen Pembimbing II: Adam Mardamsyah, M.Han Kolonel Inf NRP. 11940019450871		30/05/2025
3	Dosen Penguji I: Dr. H. A. Danang Rimbawa, S.Si., M.T., M.Tr.Opsla., C.E.H., CSBA. NIDN. 8998840022		30/05/2025
4	Dosen Penguji II: Ria Aprilliyani, S.T., M.Sc. NIDN. 4722049501		30/05/2025
5	Dosen Penguji III: Ahmad Darwin, S.E., M.Pd NIDN. 4725057101		30/05/2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang undang yang berlaku.

Bogor, 30 Juni 2025



Abdurrosyid Atturoybi

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia,
saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Abdurrosyid Atturoybi
NIM : 320210402001
Program Studi : Sarjana Teknik Elektro
Fakultas : Teknik dan Teknologi Pertahanan
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan
kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti
Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah
saya yang berjudul:

Rancang Bangun Sistem Telemetry *Long Range (LoRa)* Untuk *Payload* Balon Stratosfer

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti
Noneksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak
menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk
pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir
saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta
dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bogor

Pada tanggal : 30 Juni 2025

Yang menyatakan



Abdurrosyid Atturoybi

NIM. 320210402001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Rancang Bangun Sistem Telemetry Long Range (LoRa) untuk Payload Balon Stratosfer" ini dengan baik. Penelitian ini dilakukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Militer, Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak akan terselesaikan tanpa bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis ingin menyampaikan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Letnan Jenderal TNI (Purn.) Dr. Anton Nugroho, M.M.D.S., M.A. selaku rektor Universitas Pertahanan RI yang telah memberikan dukungan dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhamad Asvial, M.Eng selaku Dekan FTTP Universitas Pertahanan RI yang telah memberikan dukungan moral terhadap seluruh kadet mahasiswa.
3. Bapak Herwin Melyanus Hutapea, S.ST., M.T. dan Bapak Adam Mardamsyah, M.Han., sebagai dosen pembimbing.
4. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa memberikan doa dan dorongan kepada penulis sehingga penulisan tugas akhir ini dapat berjalan lancar.
5. Kadet Jessica Valenthine Lantang yang telah menjadi teman, saudara dan seseorang yang sangat berharga bagi penulis, senantiasa kebersamaan, memotivasi dan memberikan dukungan penuh sejak masa pendidikan dasar militer sampai selesainya tugas akhir ini.

6. Kadet Bintang Brilliant Pangestu yang senantiasa kebersamai dalam suka dan duka, menjadi figur yang memotivasi dan menginspirasi, juga senantiasa menjadi wadah dalam bertukar pikiran.
7. Kadet Rifdah Fadilah yang senantiasa menghidupkan api perjuangan di tengah kemustahilan dan kuatnya tekanan dalam mewujudkan cita-cita mulia kadet mahasiswa.
8. Kadet Kristian Felix Fernandes Purba yang telah tulus menyalurkan semangat dan keberanian dalam segala hal, senantiasa memberikan dorongan sehingga penulis dapat merasakan semangat perjuangan tanpa henti.
9. Kadet Rafli Akbar Ramadhan yang selalu bijak dalam menanggapi segala permasalahan dan senantiasa menjadi pedoman dan penuntun bagi penulis dalam kebaikan.
10. Kadet Theofillus Lisia Okta Hertanto yang selalu kritis dalam menyikapi segala hal, juga sepenuh hati menyalurkan ide dan gagasan kepada penulis sehingga penulis dapat berada di titik ini.
11. Adik-adik asuh tradisi, Davin Narendra Khadafi, Nadya Theresia Sibarani, Damai Lince Logo, Muhammad Harits Tsabitul Azmi, Azzam Amar Ma'ruf, Ghani Palosa, Bayu Nuar Khadapi Hasibuan, Alfian Adika Rahman, Daffa Mahdy Brata, Faluth Syifa S, Faisal Hakim Amhar, Adhim Ashshiddiq, Fawaz Ramadhani, Charlos Daniel Lahuwang, Bagus Rangge Plaewe, Aubrey Darlene Patmono Putri, Mochammad Diashelmi Najamuddin, Erlangga Aryo Prastya yang senantiasa totalitas dalam memberikan dukungan dan semangat kepada penulis, menjadi sosok keluarga yang hangat dan harmonis, juga menjadi adik yang sangat berharga bagi penulis.
12. Seluruh dosen dan staf pengajar di Program Studi Teknik Elektro Militer, Fakultas Sains dan Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan RI, yang telah memberikan ilmu dan wawasan yang sangat berharga.

13. Keluarga tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, serta semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

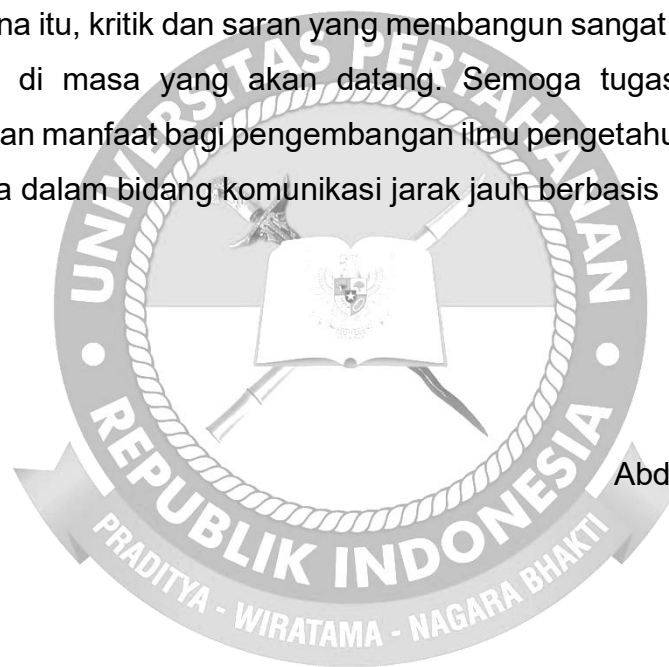
14. Teman-teman seperjuangan yang telah memberikan bantuan, motivasi, serta berbagi pengalaman selama proses penelitian dan penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam bidang komunikasi jarak jauh berbasis LoRa.

Bogor, 2025

Penulis

Abdurrosyid Atturoybi



ABSTRAK
RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI *LONG RANGE (LORA)*
UNTUK *PAYLOAD* BALON STRATOSFER

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem telemetri berbasis Long Range (LoRa) untuk payload balon stratosfer sebagai solusi komunikasi data jarak jauh pada daerah yang sulit dijangkau jaringan konvensional. Sistem ini dirancang untuk memonitor parameter lingkungan seperti suhu, tekanan udara, dan koordinat GPS yang kemudian dikirimkan ke ground station menggunakan teknologi LoRa. Metode penelitian yang digunakan meliputi simulasi link budget dan area coverage menggunakan model propagasi Okumura-Hata pada frekuensi 433 MHz dengan variasi ketinggian transmitter antara 5 hingga 25 meter. Selain itu, dilakukan uji coba lapangan untuk membandingkan hasil simulasi dengan kondisi nyata di tiga kategori wilayah, yaitu urban, suburban, dan rural. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi antena transmitter, maka cakupan area komunikasi semakin luas. Pada ketinggian 25 meter, area rural mampu mencapai jarak hingga 20 km, sedangkan suburban mencapai 6 km dan urban 3 km. Perbandingan hasil simulasi dengan pengujian lapangan menunjukkan adanya deviasi yang disebabkan oleh faktor lingkungan seperti interferensi dan kondisi geografis. Sistem ini terbukti efektif untuk mendukung kebutuhan komunikasi data pada aplikasi pemantauan lingkungan dan mitigasi bencana di daerah terpencil, serta dapat dikembangkan lebih lanjut untuk kebutuhan militer dan IoT skala besar.

Kata Kunci: LoRa, Balon Stratosfer, Link Budget, Area Coverage, Telemetri, Okumura-Hata.

ABSTRACT
DESIGN AND DEVELOPMENT OF A LONG RANGE (LoRa)
TELEMETRY SYSTEM FOR STRATOSPHERIC BALLOON PAYLOAD

This research aims to design and develop a telemetry system based on Long Range (LoRa) technology for stratospheric balloon payloads as a long-distance data communication solution in areas that are difficult to reach by conventional networks. The system is designed to monitor environmental parameters such as temperature, air pressure, and GPS coordinates, which are then transmitted to the ground station using LoRa technology. The research method involves simulating link budget and area coverage using the Okumura-Hata propagation model at a frequency of 433 MHz with varying transmitter heights from 5 to 25 meters. Field testing was also conducted to compare the simulation results with real-world conditions across three types of areas: urban, suburban, and rural. The results show that the higher the transmitter antenna, the wider the communication coverage area. At a height of 25 meters, the rural area can reach up to 20 km, while suburban reaches 6 km and urban 3 km. The comparison between simulation and field test results indicates some deviations due to environmental factors such as interference and geographical conditions. This system has proven effective in supporting data communication needs for environmental monitoring and disaster mitigation in remote areas and has potential for further development in military applications and large-scale IoT systems.

Keywords: LoRa, Stratospheric Balloon, Link Budget, Area Coverage, Telemetry, Okumura-Hata.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Pengertian Long Range (LoRa)	6
2.1.2 Kelebihan dan kekurangan <i>Long Range (LoRa)</i>	6
2.1.3 Aplikasi Long Range (LoRa)	7
2.1.3.1 Monitoring Lingkungan.....	8
2.1.3.2 Pertanian Cerdas	8
2.1.3.3 Kota Pintar	8

2.1.3.4 Sistem Peringatan Dini.....	8
2.1.4 Pathloss.....	10
2.1.5 Model Propagasi Okumura-Hata.....	10
2.1.6 Effective Isotropic Radiated Power (EIRP).....	11
2.1.7 Rx Sensitivity	13
2.1.8 Area Coverage Dalam Sistem Komunikasi	14
2.1.9 Sensor Suhu DHT 22.....	15
2.1.10 Arduino nano V3.....	15
2.1.11 Sensor Tekanan BMP180.....	17
2.1.12 Software Arduino IDE	18
2.1.13 Baterai Li-Ion 18650.....	19
2.1 Hasil Penelitian Terdahulu	20
2.2 Kerangka berpikir.....	23
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1 Metode dan Desain Penelitian.....	25
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.3 Alat dan Bahan	27
3.4 Prosedur Penelitian.....	27
3.4.1 Tinjauan Pustaka	27
3.4.2 Menentukan metode	27
3.4.3 Mengumpulkan Parameter-Parameter Yang Dibutuhkan	28
3.4.4 Pemodelan Link Budget Dan Area Coverage.....	28
3.4.5 Membandingkan Daya Yang Diterima (Prx) Dengan Sensitivitas Minimal Antena Penerima (Rx)	30
3.4.6 Evaluasi Hasil Perhitungan	30

3.4.7 Perancangan Alat	31
3.4.8 Melakukan Uji coba lapangan lapangan.....	32
3.4.8 Analisis Hasil dan Evaluasi	32
3.5 Metode Analisis.....	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Hasil	34
4.1.2 Hasil Simulasi	34
4.1.2.4 Ketinggian 20 Meter	43
4.1.3 Hasil Uji coba lapangan	49
4.1.3.3 Ketinggian 15 Meter	60
4.1.4 Perbandingan Simulasi dan Uji Coba Lapangan	82
4.2 Pembahasan	97
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	99
5.1 Kesimpulan.....	99
5.2 Saran	101
DAFTAR PUSTAKA.....	103
LAMPIRAN.....	107

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 LoRa Ra 02 SX1278	8
Gambar 2. 2 Konsep Link Budget	12
Gambar 2. 5 <i>Sensor Suhu DHT22</i>	15
Gambar 2. 6 <i>Sensor tekanan barometrik BMP180</i>	17
Gambar 2. 7 Software Arduino IDE	18
Gambar 2. 8 Baterai Li-Ion 18650	19
Gambar 2. 9 Kerangka Berpikir	23
Gambar 3. 1 Rangkaian sistem transmitter	31
Gambar 3. 2 Rangkaian Receiver	31
Gambar 3. 3 Korelasi Negatif	33
Gambar 4. 1 Grafik Pathloss Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 5 Meter	34
Gambar 4. 2 Grafik Link Budget Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 5 Meter	35
Gambar 4. 3 Grafik Coverage Area Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 5 Meter	36
Gambar 4. 4 Grafik Pathloss Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 10 Meter	37
Gambar 4. 5 Grafik Link Budget Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 10 Meter	38
Gambar 4. 6 Grafik Coverage Area Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 10 Meter	39
Gambar 4. 7 Grafik Pathloss Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 15 Meter	40
Gambar 4. 8 Grafik Link Budget Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 15 Meter	41
Gambar 4. 9 Grafik Coverage Area Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 15 Meter	42
Gambar 4. 10 Grafik Pathloss Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 20 Meter	43

Gambar 4. 11 Grafik Link Budget Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 20 Meter.....	44
Gambar 4. 12 Grafik Coverage Area Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 20 Meter.....	45
Gambar 4. 13 Grafik Pathloss Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 25 Meter	46
Gambar 4. 14 Grafik Link Budget Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 25 Meter.....	47
Gambar 4. 15 Grafik Coverage Area Model Okumura-Hata ketinggian transmitter 25 Meter.....	48
Gambar 4. 16 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 5 Meter Daerah Urban	82
Gambar 4. 17 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 5 Meter Daerah Suburban	83
Gambar 4. 18 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 5 Meter Daerah Rural	84
Gambar 4. 19 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 10 Meter Daerah Urban	85
Gambar 4. 20 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 10 Meter Daerah Suburban	86
Gambar 4. 21 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 10 Meter Daerah Rural	87
Gambar 4. 22 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 15 Meter Daerah Urban	88
Gambar 4. 23 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 15 Meter Daerah Suburban	89
Gambar 4. 24 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 15 Meter Daerah Rural	90
Gambar 4. 25 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 20 Meter Daerah Urban	91

Gambar 4. 26 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 20 Meter Daerah Suburban	92
Gambar 4. 27 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 20 Meter Daerah Rural	93
Gambar 4. 28 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 25 Meter Daerah Urban	94
Gambar 4. 29 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 25 Meter Daerah Suburban	95
Gambar 4. 30 Perbandingan Cakupan Area Simulasi dan Uji Coba Lapangan Ketinggian Transmitter 25 Meter Daerah Rural	96



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3. 1 Waktu Penelitian.....	26
Tabel 3. 2 Parameter perangkat.....	28
Tabel 4. 1 Hasil Uji coba lapangan lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Utara	49
Tabel 4. 2 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Selatan	49
Tabel 4. 3 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Timur	50
Tabel 4. 4 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Barat.....	50
Tabel 4. 5 Hasil Uji coba lapangan lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Utara	51
Tabel 4. 6 Hasil Uji coba lapangan lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Selatan.....	51
Tabel 4. 7 Hasil Uji coba lapangan lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Timur	51
Tabel 4. 8 Hasil Uji coba lapangan lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Barat	51
Tabel 4. 9 Hasil Uji coba lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Utara.....	52
Tabel 4. 10 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Selatan	52
Tabel 4. 11 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Timur	53
Tabel 4. 12 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 5 Meter Arah Barat.....	54
Tabel 4. 13 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Utara.....	54

Tabel 4. 14 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Selatan	55
Tabel 4. 15 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Timur.....	55
Tabel 4. 16 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Barat.....	55
Tabel 4. 17 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Utara.....	56
Tabel 4. 18 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Selatan	56
Tabel 4. 19 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Timur.....	57
Tabel 4. 20 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Barat.....	57
Tabel 4. 21 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Utara.....	58
Tabel 4. 22 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Selatan	58
Tabel 4. 23 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Timur.....	59
Tabel 4. 24 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 10 Meter Arah Barat.....	59
Tabel 4. 25 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Utara.....	60
Tabel 4. 26 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Selatan	60
Tabel 4. 27 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Timur.....	61
Tabel 4. 28 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Barat.....	61

Tabel 4. 29 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Utara.....	62
Tabel 4. 30 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Selatan	62
Tabel 4. 31 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Timur.....	63
Tabel 4. 32 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Barat.....	63
Tabel 4. 33 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Utara.....	64
Tabel 4. 34 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Selatan	64
Tabel 4. 35 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Timur.....	65
Tabel 4. 36 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 15 Meter Arah Barat.....	65
Tabel 4. 37 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Utara.....	66
Tabel 4. 38 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Selatan	67
Tabel 4. 39 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Timur.....	67
Tabel 4. 40 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Barat.....	68
Tabel 4. 41 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Utara.....	68
Tabel 4. 42 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Selatan	69
Tabel 4. 43 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Timur.....	69

Tabel 4. 44 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Barat.....	70
Tabel 4. 45 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Utara.....	70
Tabel 4. 46 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Selatan	71
Tabel 4. 47 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Timur.....	72
Tabel 4. 48 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 20 Meter Arah Barat.....	72
Tabel 4. 49 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Utara.....	74
Tabel 4. 50 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Selatan	74
Tabel 4. 51 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Timur.....	74
Tabel 4. 52 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Urban Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Barat.....	75
Tabel 4. 53 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Utara.....	76
Tabel 4. 54 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Selatan	76
Tabel 4. 55 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Timur.....	76
Tabel 4. 56 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Suburban Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Barat.....	77
Tabel 4. 57 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Utara.....	78
Tabel 4. 58 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Selatan	78

Tabel 4. 59 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Timur.....	79
Tabel 4. 60 Hasil Uji Coba Lapangan Daerah Rural Pada Ketinggian Transmitter 25 Meter Arah Barat.....	80

