

**RANCANG BANGUN MODUL *MONITORING* CUACA
BERBASIS LORA GPS PADA *PLATFORM* DRONE DI
SENGGARANG**

TUGAS AKHIR



Windy Febri Dyana Sinaga

NIM. 2201010047

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2026**

**RANCANG BANGUN MODUL *MONITORING* CUACA
BERBASIS LORA GPS PADA *PLATFORM* DRONE DI
SENGGARANG**

Tugas Akhir

Skema Skripsi

Usulan Tugas Akhir diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar

Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro



Windy Febri Dyana Sinaga

NIM. 2201010047

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO DAN INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI KEMARITIMAN
UNIVERSITAS MARITIM RAJA ALI HAJI
TANJUNGPINANG
2026**

PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “Rancang Bangun Modul *Monitoring* Cuaca Berbasis LoRa GPS pada *Platform* Drone di Senggarang.” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar dan melanggar peraturan yang berlaku dalam karya tulis dan hak intelektual, maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Maritim Raja Ali Haji dan menerima sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Universitas Maritim Raja Ali Haji.

Tanjungpinang, 03 Juli 2026



Windy Febri Dyana Sinaga
NIM 2201010047

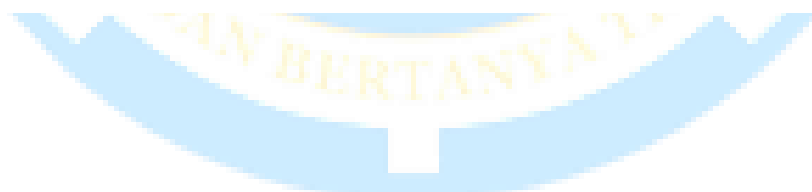


© Hak Cipta Milik Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tahun 2026

Hak Cipta Dilindungi Undang- Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan Universitas Maritim Raja Ali Haji.

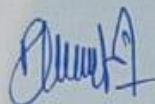
Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Universitas Maritim Raja Ali Haji.



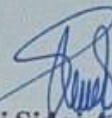
HALAMAN PERSETUJUAN

Judul : Rancang Bangun Modul *Monitoring* Cuaca Berbasis
LoRa GPS pada *Platform* Drone di Senggarang.
Nama : Windy Febri Dyana Sinaga
NIM : 2201010047
Program Studi : Teknik Elektro
Tanggal Persetujuan : 03 Juli 2026

Disetujui oleh,
Komisi Pembimbing



Doli Bonardo, S.Si., M.Si
(Ketua)



M. Hasbi Sidqi Alajuri, S.I.K., M.Si
(Anggota)

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun Modul *Monitoring* Cuaca Berbasis LoRa GPS pada *Platform* Drone di Senggarang.

Nama : Windy Febri Dyana Sinaga

NIM : 2201010047

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Komisi Penguji sebagai bagian persyaratan yang diperlukan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro dan Informatika, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji.

KOMISI PENGUJI

Ketua	: Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si.	(.....)
Anggota I	: Tonny Suhendra, S.T., M.Cs.	(.....) 2/2
Anggota II	: Ahmad Syafiq, S.T., M.Si	(.....)
Anggota III	: Doli Bonardo, S.Si., M.Si.	(.....)
Anggota IV	: M. Hasbi Sidqi Alajuri, S.I.K., M.Si.	(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Elektro dan Informatika

Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si

NIP. 198904012019031016

Tanggal Ujian: 08 Juli 2026

Tanggal Lulus: 31 Juli 2026

PRAKATA

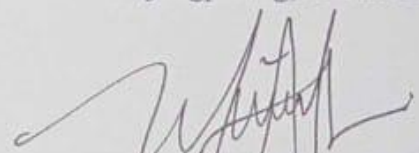
Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih karunia, penyertaan, hikmat, dan berkat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **"Rancang Bangun Modul *Monitoring Cuaca* Berbasis LoRa GPS pada *Platform Drone* di Senggarang"**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan yang dicapai tidak terlepas dari doa, bantuan, bimbingan, dukungan, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas kasih karunia, penyertaan, kesehatan, kekuatan, dan hikmat yang senantiasa diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan studi dan penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Partomuan Sinaga dan Mamak Nurmina Sianturi, selaku orang tua tercinta, serta Abang Martohap Sinaga, A.Md.T., Adik Videlica Juli Sinaga, dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta semangat yang tiada henti kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyelesaian skripsi ini.
3. Ibu Martaleli Bettiza, S.Si., M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik dan Teknologi Kemaritiman, Universitas Maritim Raja Ali Haji, yang telah memberikan dukungan serta memfasilitasi proses akademik penulis selama masa studi.
4. Bapak Doli Bonardo, S.Si., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak M. Hasbi Sidqi Alajuri, S.I.K., M.Si., selaku Dosen Pembimbing II, yang dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, saran, serta ilmu yang sangat bermanfaat sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

6. Bapak Hollanda Arief Kusuma, S.IK., M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus Dosen Pembimbing Akademik, yang telah memberikan arahan, perhatian, serta bimbingan kepada penulis selama menjalani masa perkuliahan. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas kepedulian dan peran Bapak yang senantiasa membimbing serta memberikan nasihat layaknya orang tua selama masa studi.
7. Bapak Tonny Suhendra, S.T., M.Cs., selaku Koordinator Program Studi Teknik Elektro, yang telah memberikan arahan, dukungan, serta dedikasi dalam membina dan mengembangkan Program Studi Teknik Elektro sehingga penulis dapat menempuh pendidikan dengan baik.
8. Bapak Ahmad Syafiq, S.T., M.Si., yang telah banyak membantu, memberikan arahan, dukungan, serta motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi.
9. Teman-teman BLK Crew, yang telah menjadi tempat berbagi pengalaman, saling membantu, memberikan semangat, serta menciptakan kebersamaan yang berharga selama proses penyusunan skripsi.
10. Teman-teman Angkatan Teknik Elektro 2022, yang telah menjadi rekan seperjuangan selama masa perkuliahan, saling memberikan dukungan, bantuan, serta kebersamaan yang tidak terlupakan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ilmiah ini di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca serta menjadi referensi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sistem *monitoring* cuaca, komunikasi nirkabel LoRa, dan pemanfaatan *platform* drone.

Tanjungpinang, 03 Juli 2026



Windy Febridyana Sinaga

NIM.2201010047

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
PRAKATA	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Perumusan Masalah	3
C. Batasan Penelitian	3
D. Tujuan Penelitian	4
E. Manfaat Penelitian	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	5
A. Tinjauan Pustaka	5
B. Landasan Teori	7
1. Atmosfer	7
2. Sistem <i>Monitoring</i> Cuaca	8
3. Sistem Data <i>Logging</i>	9
4. Mikrokontroler ESP32	10
5. Sensor BME280	11
6. Modul GPS NEO-M8N	12
7. Modul LoRa Ra-02	13
8. Drone 3DR	14
9. Modul MicroSD	15
10. LCD 20x4	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	17
A. Waktu dan Tempat Penelitian	17

B. Alat dan Bahan.....	18
C. Prosedur Pelaksanaan Penelitian	18
D. Perancangan Sistem	20
1. Perancangan <i>Hardware</i>	21
2. Perancangan Elektrikal.....	22
3. Perancangan <i>Firmware</i>	23
E. Metode Penerbangan Drone dan Pengambilan Data.....	27
F. Analisis Data	28
1. Kalibrasi Sensor BME280	28
2. Analisis Statistik Deskriptif.....	29
3. Analisis <i>Performa</i> Komunikasi LoRa	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. Uji Fungsional	32
1. Modul BME280	32
2. Lora Ra-02	33
3. GPS NEO-M8N	34
4. Modul MicroSD	35
5. LCD 20x4	36
B. Hasil Pengembangan <i>Hardware</i>	37
C. Hasil Pengembangan Elektrikal.....	38
D. Hasil Pengembangan <i>Firmware</i>	40
1. Hasil Pengembangan <i>Firmware</i> TX.....	40
2. Hasil Pengembangan <i>Firmware</i> RX.....	48
E. Uji Laboratorium.....	54
1. Hasil Kalibrasi Sensor BME280	54
F. Hasil Uji Lapang	57
1. Hasil Profil Vertikal Parameter 28 Juni 2026	59
2. Profil Vertikal Parameter 29 Juni 2026	65
3. Hasil Analisis Statistik Deskriptif.....	70
4. Analisis LoRa.....	74
5. Lintasan Drone Menggunakan GPS Neo-M8N	78
G. Pembahasan	79

BAB V PENUTUP	81
A. Kesimpulan.....	81
B. Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	88



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Spesifikasi ESP32	10
Tabel 2. Spesifikasi BME280.....	11
Tabel 3. Spesifikasi GPS NEO-M8N.....	12
Tabel 4. Spesifikasi LoRa SX1278.....	13
Tabel 5. Spesifikasi 3DR Solo Drone	14
Tabel 6. Spesifikasi MicroSD.....	15
Tabel 7. Alat yang digunakan pada penelitian	18
Tabel 8. Bahan yang digunakan pada penelitian	18
Tabel 9. Standarisasi RSSI menurut Tiphon	31
Tabel 10. Standarisasi SNR menurut Tiphon.....	31
Tabel 11. Hasil Perhitungan Error, Akurasi dan RMSE pada Parameter Suhu, Kelembapan Relatif, dan Tekanan Udara Sensor BME280.....	57

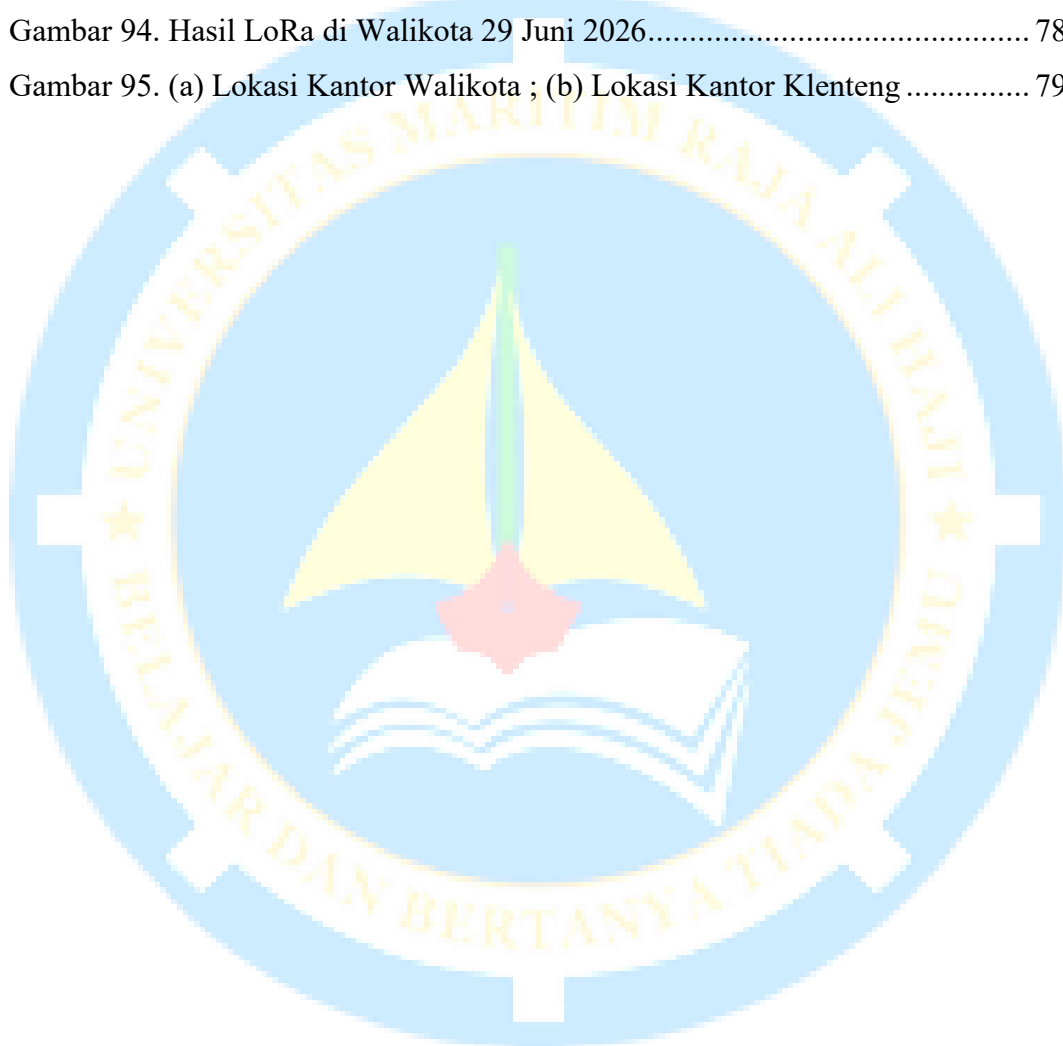
DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ilustrasi Atmosfer	8
Gambar 2. Ilustrasi Monitoring cuaca portable.....	9
Gambar 3. Cara Kerja Data Logging	9
Gambar 4. ESP32.....	10
Gambar 5. BME280.....	11
Gambar 6. GPS NEO-M8N.....	12
Gambar 7. LoRa Ra-02	13
Gambar 8. 3DR Solo Drone Quadcopter	14
Gambar 9. Modul MicroSD.....	15
Gambar 10. LCD 20X4	16
Gambar 11. Lokasi Penelitian	17
Gambar 12. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	20
Gambar 13. Diagram Blok Perancangan Sistem	21
Gambar 14. Perancangan Hardware	22
Gambar 15. Skematik Rangkaian Transmitter	23
Gambar 16. Skematik Rangkaian Receiver.....	23
Gambar 17. Flowchart Firmware Transmitter (TX)	25
Gambar 18. Flowchart Firmware pada RX	26
Gambar 19. Metode Terbang Drone	27
Gambar 20. Visualisasi perubahan ketinggian terhadap suhu.....	30
Gambar 21. Rangkaian pengujian sensor BME280.....	32
Gambar 22. Hasil Pembacaan BME280	32
Gambar 23. Rangkaian pengujian modul LoRa RA-02.....	33
Gambar 24. Hasil pengiriman data LoRa pada serial monitor	33
Gambar 25. Hasil penerimaan data LoRa pada serial monitor.....	34
Gambar 26. Rangkaian pengujian modul GPS NEO-M8N	35
Gambar 27. Hasil pembacaan GPS pada serial monitor	35
Gambar 28. Rangkaian pengujian modul MicroSD	36
Gambar 29. Hasil pembacaan data MicroSD pada serial monitor	36
Gambar 30. Rangkaian pengujian LCD 20×4	37
Gambar 31. Hasil tampilan pengujian LCD pada serial monitor	37

Gambar 32. Pengembangan hardware keseluruhan sistem	38
Gambar 33. Pengembangan sistem elektrikal transmitter.....	39
Gambar 34. Pengembangan sistem elektrikal receiver	39
Gambar 35. Program Library Sistem TX.....	40
Gambar 36. Konfigurasi Modul LoRa SX1278	41
Gambar 37. Konfigurasi GPS NEO-8M	41
Gambar 38. Konfigurasi Sensor BME280	41
Gambar 39. Konfigurasi LED Indikator Sistem.....	42
Gambar 40. Kode Program Hasil Regresi Linear.....	42
Gambar 41. Deklarasi Variabel Utama Sistem.....	43
Gambar 42. Fungsi LED Indikator	43
Gambar 43. Inisialisasi Sensor BME280	44
Gambar 44. Penentuan Tekanan Referensi	44
Gambar 45. Inisialisasi Modul LoRa SX1278	44
Gambar 46. Inisialisasi GPS NEO-M8N	45
Gambar 47. Akuisisi Data GPS	45
Gambar 48. Konversi Waktu UTC ke WIB	46
Gambar 49. Pembacaan Data Sensor BME280.....	46
Gambar 50. Perhitungan Ketinggian Barometrik.....	47
Gambar 51. Penyusunan Payload Telemetri	47
Gambar 52. Transmisi Data Menggunakan LoRa.....	47
Gambar 53. Monitoring Data Pada Serial monitor.....	48
Gambar 54. Program Library Sistem Pada Receiver.....	48
Gambar 55. Konfigurasi Modul LoRa SX1278	49
Gambar 56. Konfigurasi MicroSD Card	49
Gambar 57. Konfigurasi switch dan inisialisasi LCD	49
Gambar 58. Deklarasi Variabel Data Telemetri	50
Gambar 59. Deklarasi Variabel RSSI, SNR, dan Packet Loss	50
Gambar 60. Tampilan status perekaman data pada LCD.....	50
Gambar 61. Tampilan Data GPS pada LCD	51
Gambar 62. Tampilan Data Sensor BME280 pada LCD.....	51
Gambar 63. Tampilan Informasi LoRa pada LCD	51

Gambar 64. Mode Perekaman Data.....	52
Gambar 65. Pemeriksaan Status Switch	52
Gambar 66. Penerimaan Data Telemetry LoRa	53
Gambar 67. Parsing Data Telemetry	53
Gambar 68. Perhitungan Packet Loss	53
Gambar 69. Pembuatan File Log Data.....	54
Gambar 70. Penyimpanan Data ke MicroSD Card.....	54
Gambar 71. Alat kalibrasi sensor BME280	55
Gambar 72. Grafik regresi linier sensor BME280 terhadap data BMKG. (a) Suhu (b) kelembapan (c) tekanan.....	56
Gambar 73. Hasil performa alat	59
Gambar 74. Pelaksanaan uji lapang.....	59
Gambar 75. Grafik vertikal suhu di Klenteng Senggarang 28 juni 2026.....	60
Gambar 76. Grafik vertikal suhu di Walikota Senggarang 28 juni 2026.....	61
Gambar 77. Grafik vertikal kelembapan pada berbagai ketinggian Klenteng Senggarang 28 juni 2026.....	62
Gambar 78. Grafik vertikal kelembapan pada berbagai ketinggian Walikota Senggarang 28 juni 2026.....	63
Gambar 79. Grafik vertikal tekanan udara pada berbagai ketinggian Klenteng Senggarang 28 juni 2026.....	64
Gambar 80. Grafik vertikal tekanan pada berbagai ketinggian Walikota Senggarang 28 juni 2026.....	65
Gambar 81. Grafik vertikal suhu pada berbagai ketinggian Klenteng Senggarang 29 juni 2026.....	66
Gambar 82. Grafik vertikal suhu pada berbagai ketinggian Walikota Senggarang 29 juni 2026.....	67
Gambar 83. Grafik vertikal kelembapan Klenteng Senggarang 29 juni 2026	68
Gambar 84. Grafik Vertikal Kelembapan Walikota Senggarang 29 juni 2026.....	68
Gambar 85. Grafik vertikal tekanan pada berbagai ketinggian Klenteng Senggarang 29 juni 2026.....	69
Gambar 86. Grafik vertikal tekanan pada berbagai ketinggian Walikota Senggarang 29 juni	70

Gambar 87. Statistik Deskriptif Parameter Cuaca di Klenteng 28 Juni 2026	71
Gambar 88. Statistik Deskriptif Parameter Cuaca di Walikota 28 Juni 2026	72
Gambar 89. Statistik Deskriptif Parameter Cuaca di Klenteng 29 Juni 2026	73
Gambar 90. Statistik Deskriptif Parameter Cuaca di Walikota 29 Juni 2026	74
Gambar 91. Hasil LoRa di Klenteng 28 Juni 2026.....	75
Gambar 92. Hasil LoRa di Walikota 28 Juni 2026.....	76
Gambar 93. Hasil LoRa di Klenteng 29 Juni 2026.....	77
Gambar 94. Hasil LoRa di Walikota 29 Juni 2026.....	78
Gambar 95. (a) Lokasi Kantor Walikota ; (b) Lokasi Kantor Klenteng	79



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kode Program.....	89
Lampiran 2. Tabel Persentase Error, Persentase Akurasi, RMSE BME280.....	90
Lampiran 3. Hasil Perhitungan Persentase Error, Persentase Akurasi, dan RMSE	91
Lampiran 4. Hasil Perhitungan <i>Packet Loss</i>	98

