



SKRIPSI

**OPTIMASI TRANSMISI DATA PADA
KOMUNIKASI LORA DENGAN ALGORITMA
HAMMING DAN REED-SOLOMON DALAM
FORWARD ERROR CORRECTION**

ACHMAD AINUR ROFIQ
NPM 21081010284

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT
Henni Endah Wahanani, ST. M. Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

**OPTIMASI TRANSMISI DATA PADA
KOMUNIKASI LORA DENGAN ALGORITMA
HAMMING DAN REED-SOLOMON DALAM
FORWARD ERROR CORRECTION**

ACHMAD AINUR ROFIQ
NPM 21081010284

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT
Henni Endah Wahanani, ST. M. Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**



SKRIPSI

OPTIMASI TRANSMISI DATA PADA KOMUNIKASI LORA DENGAN ALGORITMA HAMMING DAN REED-SOLOMON DALAM FORWARD ERROR CORRECTION

ACHMAD AINUR ROFIQ
NPM 21081010824

DOSEN PEMBIMBING
Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT
Henni Endah Wahanani, ST. M. Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

OPTIMASI TRANSMISI DATA PADA KOMUNIKASI LORA DENGAN ALGORITMA HAMMING DAN REED-SOLOMON DALAM FORWARD ERROR CORRECTION

Oleh:
ACHMAD AINUR ROFIQ
NPM. 21081010284

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 29 Agustus 2025

Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT
NIP. 19690723 202121 1 002


..... (Pembimbing I)

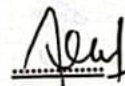
Henni Endah Wahanani, ST. M. Kom.
NIP. 19780922 202121 2 005


..... (Pembimbing II)

Eva Yulia Puspaningrum, S.Kom., M.Kom
NIP. 19890705 202121 2 002


..... (Ketua Penguji)

Muhammad Muharrom Al Haromainy, S.Kom., M.Kom.
NIP. 19950601 202203 1 006


..... (Anggota Penguji)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer


Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT.
NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

**OPTMASI TRANSMISI DATA PADA KOMUNIKASI LORA DENGAN
ALGORITMA HAMMING DAN REED-SOLOMON DALAM FORWARD
ERROR CORRECTION**

Oleh:
ACHMAD AINUR ROFIQ
NPM. 21081010284

Telah disetujui untuk mengikuti Ujian Skripsi

Menyetujui,

**Koordinator Program Studi Informatika
Fakultas Ilmu Komputer**



Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom.
NIP. 19820211 202121 2 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Achmad Ainur Rofiq
Program Studi : Informatika
Dosen Pembimbing : Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT
Henni Endah Wahanani, ST. M. Kom.

dengan ini menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan buku skripsi yang berjudul:

OPTIMASI TRANSMISI DATA PADA KOMUNIKASI LORA DENGAN ALGORITMA HAMMING DAN REED-SOLOMON DALAM FORWARD ERROR CORRECTION

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diizinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri. Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, 29 Agustus 2025
Yang Membuat Pernyataan,



ACHMAD AINUR ROFIQ
NPM. 21081010284

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Achmad Ainur Rofiq / 21081010284
Judul Skripsi : Optimasi Transmisi Data Pada Komunikasi LoRa Dengan Algoritma Hamming Dan Reed-Solomon Dalam Forward Error Correction
Dosen Pembimbing : 1. Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT
2. Henni Endah Wahanani, ST. M. Kom.

LoRa adalah salah satu teknologi komunikasi yang banyak dipakai dalam *Internet of Things (IoT)* karena mampu menjangkau jarak yang jauh dengan penggunaan daya yang rendah. Namun, tantangan utama pada komunikasi nirkabel jarak jauh adalah terjadinya kehilangan data akibat noise, interferensi, dan hambatan fisik, terutama pada kondisi *Non-Line-of-Sight (NLoS)*. Salah satu pendekatan untuk mengatasi masalah ini adalah penerapan algoritma *Forward Error Correction (FEC)*, yaitu teknik yang menambahkan kode khusus agar data yang rusak bisa diperbaiki secara otomatis tanpa perlu dikirim ulang. Penelitian ini membandingkan dua jenis algoritma *FEC*, yaitu *Hamming (7,4)* dan *Reed-Solomon RS(39,31)* serta *RS(46,35)*, dengan sistem tanpa *FEC* sebagai pembanding. Perangkat yang digunakan adalah modul *LoRa SX1262* dan mikrokontroler *ESP32-S3FN8*, lalu diuji pada kondisi jalur terbuka *Line-of-Sight (LoS)* dan terhalang *Non-Line-of-Sight (NLoS)* dengan jarak 150 m, 250 m, dan 350 m. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *FEC* berhasil menurunkan *Packet Loss Rate (PLR)* dan *Bit Error Rate (BER)* dibandingkan sistem tanpa *FEC*. Algoritma *Hamming* memberikan hasil terbaik pada kondisi *LoS* dengan waktu pemrosesan lebih singkat meskipun menghasilkan *overhead* sekitar 50%. Sebaliknya, algoritma *Reed-Solomon* lebih unggul pada kondisi *NLoS* karena mampu menjaga *PLR* dan *BER* tetap rendah, dengan *overhead* masing-masing 24,2% (*RS(39,31)*) dan 35,8% (*RS(46,35)*). Secara keseluruhan, optimasi *FEC* terbukti meningkatkan keandalan komunikasi *LoRa*, dengan rekomendasi pemilihan algoritma berdasarkan kondisi lingkungan transmisi.

Kata kunci : *LoRa, Forward Error Correction (FEC), Hamming, Reed-Solomon (RS), IoT*

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Achmad Ainur Rofiq / 21081010284
Thesis Title : Optimasi Transmisi Data Pada Komunikasi LoRa
Dengan Algoritma Hamming Dan Reed-Solomon
Dalam Forward Error Correction
Advisor : 1. Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT
2. Henni Endah Wahanani, ST. M. Kom.

ABSTRACT

LoRa is one of the most widely used communication technologies in the Internet of Things (IoT) due to its ability to cover long distances with low power consumption. However, the main challenge in long-range wireless communication is data loss caused by noise, interference, and physical obstacles, especially under *Non-Line-of-Sight* (NLoS) conditions. One approach to address this issue is the application of *Forward Error Correction* (FEC), a technique that adds redundancy codes so that corrupted data can be automatically corrected without the need for retransmission. This study compares two FEC algorithms, namely Hamming (7,4) and Reed-Solomon [RS(39,31) and RS(46,35)], against a baseline system without FEC. The implementation uses the LoRa SX1262 module and ESP32-S3FN8 microcontroller, with experiments conducted under *Line-of-Sight* (LoS) and NLoS scenarios at distances of 150 m, 250 m, and 350 m.

The results indicate that applying FEC successfully reduces *Packet Loss Rate* (PLR) and *Bit Error Rate* (BER) compared to the system without FEC. The Hamming algorithm performs best under LoS conditions, offering shorter processing time despite an overhead of approximately 50%. In contrast, the Reed-Solomon algorithm demonstrates superior performance in NLoS conditions by maintaining lower PLR and BER, with overheads of 24.2% (RS(39,31)) and 35.8% (RS(46,35)). Overall, FEC optimization enhances the reliability of LoRa communication, with algorithm selection recommended based on transmission environment characteristics.

Keywords: LoRa, Forward Error Correction (FEC), Hamming, Reed-Solomon (RS), IoT

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Optimasi Transmisi Data Pada Komunikasi LoRa Dengan Algoritma Hamming Dan Reed-Solomon Dalam Forward Error Correction”** dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak, baik itu berupa moril, spiritual maupun materiil. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala berkat, rezeki, rahmat, dan cinta kasih yang telah tercurah, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT, selaku Dekan Fakultas Ilmu
3. Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
5. Bapak Dr. Basuki Rahmat, S.Si. MT selaku Dosen Pembimbing 1 dan Ibu Henni Endah Wahanani, ST. M. Kom. Pembimbing 2 yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, solusi serta motivasi dari awal hingga akhir penulisan skripsi.
6. Seluruh Dosen Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur atas segala ilmu dan pengalaman yang telah diberikan selama masa studi berlangsung.
7. Orang tua dan keluarga, yang selalu memberikan doa, dukungan moral, dan materiil.
8. Teman-teman seperjuangan Informatika angkatan 21 yang selalu membantu dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.
9. Teman-teman Mahapala yang selalu membantu dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi.

10. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri atas usaha dan keteguhan hati selama proses penelitian ini. Terima kasih telah tetap melangkah meski dihadapkan pada berbagai rintangan, tetap berusaha saat rasa lelah datang, dan memilih untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Setiap tantangan yang dilalui menjadi pembelajaran berharga, hingga akhirnya penulis dapat mencapai titik pencapaian ini.

Penulis menyadari bahwa di dalam penyusunan skripsi ini banyak terdapat kekurangan. Untuk itu kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini. Akhirnya, dengan segala keterbatasan yang penulis miliki semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak umumnya dan penulis pada khususnya.

Surabaya, 28 Juli 2025

Achmad Ainur Rofiq
NPM. 21081010284

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERSETUJUAN	v
SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	vii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvii
DAFTAR TABEL.....	xix
DAFTAR PSEUDOCODE	xxi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Penelitian Terdahulu	7
2.2. Komunikasi Nirkabel dan <i>LoRa</i>	9
2.3. <i>Forward Error Correction (FEC)</i>	10
2.4. <i>Hamming Code</i>	11
2.5. <i>Reed-Solomon</i>	13
2.6. <i>LoRa SX162</i>	17
2.7. <i>ESP32-S3FN8</i>	18
2.8. Frekuensi dalam <i>LoRa</i>	19
2.9. <i>GNSS UC6580</i>	20
2.10. Antena	20
2.11. <i>Line-of-Sight (LoS)</i> dan <i>Non-Line-of-Sight (NLoS)</i>	22
2.12. <i>Packet Loss Rate (PLR)</i>	23

2.13. <i>Bit Error Rate (BER)</i>	24
2.14. <i>Overhead</i>	24
2.13. <i>Processing Time</i>	26
2.14. <i>Coding Rate</i>	28
2.15 <i>Received Signal Strength Indicator (RSSI)</i>	28
2.16 <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i>	29
2.17 <i>Spreading Factor (SF)</i>	29
2.18 <i>Bandwidth (BW)</i>	29
BAB III METODOLOGI	31
3.1 Pendekatan Penelitian	31
3.2 Tahapan Penelitian	31
3.3 Studi Literatur	32
3.4 Analisis Kebutuhan	33
3.5 Implementasi Algoritma.....	36
3.6 Skenario Pengujian.....	43
3.7 Pengumpulan Data	48
3.8 Analisis Hasil	50
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA	55
4.1 Metode Pengujian.....	55
4.2 Hasil Pengujian	66
4.3 Analisis Hasil Pengujian	70
4.4 Pembahasan Efektivitas Forward Error Correction	76
4.5 Implikasi Hasil Penelitian	77
BAB V PENUTUP	79
5.1. Kesimpulan	79
5.2. Saran.....	79
DAFTAR PUSTAKA	81
LAMPIRAN	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Forward Error Correction</i> (TechTarget, 2021)	10
Gambar 2.2 <i>How Forward Error Correction</i> (TechTarget, 2021)	11
Gambar 2.3 <i>LoRa SX 1262</i> (Semtech, 2023)	17
Gambar 2.4 <i>ESP32-S3FN8</i> (Espressif, 2025)	18
Gambar 2.5 <i>GNSS UC6580</i> (unicore, 2025)	20
Gambar 2.6 <i>Line-of-Sight (LoS)</i> (tutorialspoint, 2025)	22
Gambar 2.7 <i>Non- Line-of-Sight (NLoS)</i> (tutorialspoint, 2025)	23
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	32
Gambar 3.2 <i>Transmitter</i> (unicore, 2025)	34
Gambar 3.3 <i>Receiver</i> (Espressif, 2025)	35
Gambar 3.4 <i>Flowchart Transmitter</i>	37
Gambar 3.5 <i>Flowchart Transmitter Hamming (7,4)</i>	39
Gambar 3.6 <i>Flowchart Transmitter Reed-Solomon (RS(39,31))</i>	40
Gambar 3.7 <i>Flowchart Transmitter Reed-Solomon (RS(46,35))</i>	41
Gambar 3.8 <i>Flowchart Receiver Hamming dan ReedSolomon</i>	42
Gambar 3.9 <i>LoS 150m</i>	45
Gambar 3.10 <i>LoS Point 1 (Titik Pengujian Transmitter)</i>	45
Gambar 3.11 <i>LoS Point 2 (Titik Pengujian Receiver)</i>	46
Gambar 3.12 <i>Titik Point NLos (Transmitter)</i>	46
Gambar 3.13 <i>NLoS 250 m (Titik Receiver)</i>	47
Gambar 3.14 <i>NLoS 350 m (Titik Receiver)</i>	47
Gambar 4.1 <i>Grafik Packet Loss Rate (PLR)</i>	71
Gambar 4.2 <i>Grafik Bit Error (BER)</i>	72
Gambar 4.3 <i>Grafik Overhead</i>	74
Gambar 4.4 <i>Grafik Processing Time</i>	74
Gambar 4.5 <i>Grafik RSSI</i>	75
Gambar 4.6 <i>Grafik SNR</i>	75

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh implementasi <i>Hamming Code</i>	13
Tabel 2.2 Perhitungan <i>XOR</i>	14
Tabel 2.3 Representasi Dalam GF (2^3).....	15
Tabel 2.4 Spesifikasi <i>ESP32-S3FN8</i>	18
Tabel 2.5 Rentang Frekuensi <i>LoRa</i> di Beberapa Wilayah (Kominfo, 2023)	19
Tabel 2.6 Spesifikasi <i>UC6580</i>	20
Tabel 2.7 kategori <i>Gain</i> Antena	21
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	44
Tabel 3.2 Hasil <i>PLR</i> Pada Berbagai Skenario.....	51
Tabel 3.3 Hasil <i>BER</i> Pada Berbagai Skenario	51
Tabel 3.4 Hasil <i>Overhead</i> Pada Berbagai Skenario	52
Tabel 3.5 Hasil <i>Processing Time</i> Pada Berbagai Skenario	52
Tabel 3.6 Hasil <i>RSSI</i> Pada Berbagai Skenario	53
Tabel 3.7 Hasil <i>SNR</i> Pada Berbagai Skenario	53
Tabel 4.1 Ringkasan Skenario Pengujian.....	66
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Tanpa <i>FEC</i> – Performa Dasar	67
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Tanpa <i>FEC</i> – Kualitas sinyal.....	67
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Dengan <i>Hamming</i> (7,4) (Performa Dasar)	67
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Dengan <i>Hamming</i> (7,4) (Kualitas Sinyal)	68
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Dengan <i>RS</i> (39,31) (Performa Dasar).....	68
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Dengan <i>RS</i> (39,31) (Kualitas Sinyal)	68
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Dengan <i>RS</i> (46,35) (Performa Dasar).....	69
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Dengan <i>RS</i> (46,35) (Kualitas Sinyal)	69
Tabel 4.10 Ringkasan Hasil Pengujian	69

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR PSEUDOCODE

<i>Pseudocode 4.1 Transmitter Tanpa FEC Hamming dan Reed-Solomon</i>	56
<i>Pseudocode 4.2 Transmitter LoRa Hamming (7,4): Encoder di Transmitter</i>	57
<i>Pseudocode 4.3 Transmitter RS: Parameter & Encoder di Transmitter</i>	58
<i>Pseudocode 4.4 Konfigurasi Receiver LoRa Tanpa Hamming dan RS.....</i>	60
<i>Pseudocode 4.5 Konfigurasi Hamming (7,4): Decoder di Receiver</i>	61
<i>Pseudocode 4.6 Konfigurasi ReedSolomon Decoder di Receiver</i>	63