

**ANALISIS KOMPARATIF METODE REDUKSI DATA *LOSSY*
(*THRESHOLDING*) DAN KOMPRESI *LOSSLESS* (*GZIP*) UNTUK
OPTIMALISASI TRANSMISI PADA *FIRMWARE BUOY IOT***



BAGAS ABIYYU RACHMAN

2210511156

PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA

FAKULTAS ILMU KOMPUTER

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN” JAKARTA

JAKARTA

2026

**ANALISIS KOMPARATIF METODE REDUKSI DATA LOSSY
(*THRESHOLDING*) DAN KOMPRESI LOSSLESS (*GZIP*) UNTUK
OPTIMALISASI TRANSMISI PADA *FIRMWARE BUOY IOT***

**BAGAS ABIYYU RACHMAN
NIM. 2210511156**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana
Komputer**

**PROGRAM STUDI S1 INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL “VETERAN”
JAKARTA
2026**

PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas akhir ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Bagas Abiyyu Rachman

NIM : 2210511156

Tanggal : 20 Juli 2026

Judul Skripsi: ANALISIS KOMPARATIF METODE REDUKSI DATA LOSSY
(THRESHOLDING) DAN KOMPRESI LOSSLESS (GZIP) UNTUK
OPTIMALISASI TRANSMISI PADA FIRMWARE BUOY IOT

Bilamana pada kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan saya ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Jakarta, 20 Juli 2026

Yang menyatakan,



Bagas Abiyyu Rachman

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagas Abiyyu Rachman
NIM : 2210511156
Fakultas : Fakultas Ilmu Komputer
Program Studi : S1 Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta Hak Bebas Royalti Non eksklusif (Non - exclusive Royalty Free Right) atas skripsi saya yang berjudul:

Analisis Komparatif Metode Reduksi Data Lossy (*Thresholding*) dan Kompresi Lossless (*Gzip*) untuk Optimalisasi Transmisi pada *Firmware Buoy IoT*

Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta berhak menyimpan, mengalih media atau memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (basis data), merawat dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta

14 Juli 2026

Yang menyatakan,



Bagas Abiyyu Rachman

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Analisis Komparatif Metode Reduksi Data Lossy
(Thresholding) dan Kompresi Lossless (Gzip) untuk
Optimalisasi Transmisi pada Firmware Buoy IoT
Nama : Bagas Abiyyu Rachman
NIM : 2210511156
Program Studi : SI Informatika

Disetujui oleh
Penguji 1:
Jayanta, S.Kom., M.Si.



Penguji 2:
Ichsan Mardani, S.Kom., M.Sc.



Pembimbing 1:
Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si.

Pembimbing 2:
Kharisma Wiati Gusti, M.T.

Diketahui oleh:

Koordinator Program Studi:
Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom, M.Kom.
NIP. 198805022021211001



Dekan Fakultas Ilmu Komputer:
Prof. Dr. Ir. Supriyanto, M.Sc., IPM.
NIP. 197605082003121002



Tanggal Ujian Tugas Akhir:
20 Juli 2026

LEMBAR PERSETUJUAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bagas Abiyyu Rachman

NIM. : 2210511156

Program Studi : Informatika Program Sarjana/~~Sistem Informasi Program Sarjana/Sains Data~~
~~Program Sarjana/Sistem Informasi Program Diploma~~ (* Coret yang tidak perlu)

Jenis Tugas Akhir : Skripsi / ~~Proyek~~ / ~~Artikel Publikasi~~ (* Coret yang tidak perlu)

Judul Tugas Akhir : Analisis komparatif metode reduksi data lossy (thresholding) dan kompresi lossless (gzip) untuk optimalisasi transmisi pada firmware buoy iot

Dinyatakan telah memenuhi syarat dan menyetujui untuk mengikuti ujian sidang Tugas Akhir.

Jakarta, 22 Juni 2026

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I,



Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si.
NIDN. 0314077001

Dosen Pembimbing II,



Kharisma Wiati Gusti, M.T.
NIDN. 0019069005

Mengetahui,
Koordinator Program Studi,



Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom., M.Kom
NIDN. 002058804

ABSTRAK

Pemantauan maritim berbasis Internet of Things (IoT) terkendala oleh pemborosan daya akibat pengiriman data mentah pada perangkat dengan sumber daya terbatas. Penelitian ini membandingkan metode reduksi data lossy *Thresholding* dan kompresi lossless *Gzip* untuk optimalisasi transmisi *firmware* *Buoy IoT*. Eksperimen dilakukan melalui akuisisi data di perairan terbuka selama 3 jam (5.400 sampel, interval 2 detik) menggunakan *firmware* terpadu dengan empat skenario pengujian simultan pada ESP32 DevKit V1 dan sensor DHT22. Hasil pengujian menunjukkan Skenario A (Raw Baseline) menghasilkan ukuran *file* 97.084 Bytes (RR = 0%) dengan waktu eksekusi 0 μ s dan memori 0 Bytes. Skenario B (*Gzip* murni) mereduksi data menjadi 22.375 Bytes (RR = 76,95%) dengan waktu proses 272,4 ms per batch dan memori 102 KB. Skenario C (*Thresholding*) menyaring data menjadi 10.652 Bytes (RR = 89,03%, waktu proses 15,0 μ s, memori 8 Bytes). Skenario D (*Hybrid*) menghasilkan ukuran *file* terkecil yaitu 3.432 Bytes (RR = 96,46%) dengan waktu proses 209,1 μ s dan memori 20 KB. Karena tingginya variabilitas data lapangan, *Thresholding* menghasilkan rasio reduksi lebih tinggi dibanding *Gzip*. Berdasarkan analisis *Trade-off* multi-dimensi, Skenario C direkomendasikan untuk aplikasi monitoring standar karena menawarkan keseimbangan terbaik antara efisiensi, kecepatan, dan keamanan RAM, sedangkan Skenario D direkomendasikan jika rekonstruksi data penuh diperlukan.

Kata Kunci: *Buoy IoT*, ESP32, *Thresholding*, *Gzip*, reduksi data.

ABSTRACT

IoT-based maritime monitoring is constrained by excessive power consumption due to raw data transmission on resource-limited devices. This study compares lossy Thresholding data reduction and lossless Gzip compression methods for optimizing firmware transmission in Buoy IoT . Experiments were conducted through data acquisition in open water for 3 hours (5,400 samples, 2-second interval) using a unified firmware running four test scenarios simultaneously on an ESP32 DevKit V1 and a DHT22 sensor. Results show Scenario A (Raw Baseline) produces a 97,084-byte file (RR = 0%) with an execution time of 0 μ s and 0 Bytes of memory. Scenario B (Gzip) compresses data to 22,375 Bytes (RR = 76.95%) with a processing time of 272.4 ms per batch and 102 KB of memory. Scenario C (Thresholding) filters data to 10,652 Bytes (RR = 89.03%, latency of 15.0 μ s, 8 Bytes of memory). Scenario D (Hybrid) yields the smallest file of 3,432 Bytes (RR = 96.46%) with a latency of 209.1 μ s and 20 KB of memory. Due to high data variability, Thresholding yields a higher RR than Gzip. Based on multi-dimensional Trade-off analysis, Scenario C is recommended for standard monitoring due to its optimal balance of efficiency, speed, and RAM safety, while Scenario D is recommended when full data reconstruction is required.

Keywords: Buoy IoT , ESP32, Thresholding, Gzip, data reduction.

KATA PENGANTAR

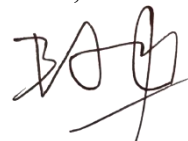
Puji syukur terhadap hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah, dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dukungan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ayah dan Mamah, dan seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, serta motivasi baik secara moral maupun material selama menempuh pendidikan dan penyusunan skripsi.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Supriyanto, M.Sc., IPM. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.
3. Bapak Dr. Ridwan Raafi'udin, S.Kom., M.Kom. selaku Koordinator Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta.
4. Bapak Dr. Didit Widiyanto, S.Kom., M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, memberikan arahan, bimbingan, serta masukan yang sangat bermanfaat selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Kharisma Wiati Gusti, M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, motivasi, serta saran yang membangun sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
6. Bapak Jayanta, S.Kom., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, perhatian, dan bimbingan selama penulis menempuh pendidikan di Program Studi Informatika.
7. Natalia Gosal yang selalu memberikan semangat selama proses perkuliahan.
8. Seluruh teman-teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas dukungan, semangat, bantuan, serta kebersamaan yang telah diberikan selama masa perkuliahan maupun dalam proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki berbagai kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, dunia akademik, serta pihak-pihak yang membutuhkan.

Jakarta, 14 Juli 2026



Bagas Abiyyu Rachman

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
LEMBAR PERSETUJUAN.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
DAFTAR RUMUS	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.1.1. Krisis Energi dan Tantangan Transmisi Data <i>Nirkabel</i>	2
1.1.2. Karakteristik Data Sensor dan Peluang Reduksi Data	2
1.1.3. Dilema Pemilihan Metode Lossy vs Lossless pada Platform Terbatas	3
1.1.4. Konteks Penelitian dan Kesenjangan Pengetahuan (Research Gap)...	5
1.2. Rumusan Masalah.....	6
1.3. Batasan Masalah.....	6
1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	7
1.5. Sistematika Penulisan	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
2.1. Internet of Things (IoT).....	9
2.2. Wireless Sensor Network (WSN)	10
2.3. <i>Buoy IoT</i>	11
2.3.1. Tinjauan Skenario Terapan <i>Buoy IoT</i> di Indonesia.....	12
2.4. <i>Mikrokontroler</i> ESP32	14
2.5. Sensor DHT11/DHT22.....	15
2.6. Data Deret Waktu (<i>Time-Series</i>)	15
2.7. Protokol Komunikasi dan Analisis Overhead.....	16
2.8. Strategi Reduksi dan Kompresi Data	16
2.8.1. Reduksi Data Lossy: Metode <i>Thresholding</i>	16
2.8.2. Kompresi Data Lossless: Algoritma <i>Gzip</i>	18

2.9.	Matrik Evaluasi Kinerja Sistem <i>Embedded</i>	20
2.10.	Penelitian Terdahulu	21
BAB III METODE PENELITIAN.....		24
3.1.	Objek Penelitian.....	24
3.2.	Perancangan Sistem Eksperimen	24
3.2.1.	Perancangan Perangkat Keras	25
3.2.2.	Perancangan Perangkat Lunak (<i>Firmware</i>).....	27
3.3.	Skenario Pengujian.....	29
3.3.1.	Persiapan dan Inisialisasi.....	29
3.3.2.	Kondisi Lingkungan Terkendali	30
3.3.3.	Alur Kerja Skenario Pengujian	30
3.3.4.	Justifikasi Parameter <i>Threshold</i>	32
3.3.5.	Analisis Ketahanan Memori (<i>Buffer RAM</i>).....	32
3.4.	Matrik Evaluasi Kinerja	33
3.5.	Tahapan Penelitian.....	34
3.5.1.	Identifikasi Masalah.....	35
3.5.2.	Studi Literatur.....	35
3.5.3.	Implementasi <i>Prototipe</i>	36
3.5.4.	Verifikasi Fungsional.....	36
3.5.5.	Pengumpulan data	37
3.5.6.	Analisis dan Evaluasi.....	37
3.5.7.	Penarikan Kesimpulan	37
3.6.	Teknik Analisis Data	38
3.7.	Jadwal Penelitian.....	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		40
4.1.	Analisis Sistem Berjalan	40
4.1.1.	Implementasi Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	40
4.1.2.	Implementasi Mekanis dan Proteksi Lingkungan.....	41
4.1.3.	Implementasi Perangkat Lunak (<i>Firmware</i>)	42
4.2.	Data Masukan: Akuisisi Data Sensor Lapangan.....	42
4.3.	Rancangan Sistem Usulan.....	44
4.3.1.	Arsitektur Perangkat Keras.....	44
4.3.2.	Perancangan Empat Skenario Pengujian.....	44
4.4.	Implementasi Sistem	44
4.4.1.	Parameter Konfigurasi <i>Firmware</i>	44

4.4.2.	Mekanisme Data Padding pada Skenario <i>Gzip</i>	45
4.4.3.	Kendala Teknis dalam Implementasi	45
4.5.	Hasil Pengujian dan Pembahasan.....	45
4.5.1.	Skenario A – Raw Data Baseline	46
4.5.2.	Skenario B – Kompresi <i>Gzip</i> (Lossless)	46
4.5.3.	Skenario C – <i>Thresholding</i> (Lossy)	48
4.5.4.	Skenario D – <i>Hybrid Thresholding</i> + <i>Gzip</i>	49
4.6.	Analisis Komparatif Keempat Skenario	50
4.6.1.	Analisis Komparatif: Rasio Reduksi Data	51
4.6.2.	Analisis Komparatif: Waktu Proses.....	52
4.6.3.	Analisis Komparatif: Penggunaan RAM.....	53
4.6.4.	Analisis <i>Trade-off</i> Multi-Dimensi	54
4.7.	Pembahasan	56
4.7.1.	Menjawab Rumusan Masalah Pertama.....	56
4.7.2.	Menjawab Rumusan Masalah Kedua.....	56
4.7.3.	Menjawab Rumusan Masalah Ketiga.....	57
4.8.	Rekomendasi Awal Pengembangan <i>Firmware</i> Seabuoy	57
BAB V	PENUTUP	58
5.1.	Kesimpulan.....	58
5.2.	Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA		60
LAMPIRAN		63

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Diagram Alur Konseptual Metode <i>Thresholding</i>	18
Gambar 2.2: Diagram Alur Proses Kompresi <i>Gzip</i>	19
Gambar 3.1: Diagram Alur Penyusunan Perangkat Keras Prototipe	26
Gambar 3.2: Diagram Alur Logika <i>Firmware</i> Pengujian Komparatif	29
Gambar 3.3: Diagram Alur Skenario Pengambilan Data Mentah	30
Gambar 3.4: Diagram Alur Skenario Kompresi <i>Gzip</i>	31
Gambar 3.5: Diagram Alur Skenario <i>Thresholding</i>	31
Gambar 3.6: Diagram Alur Skenario <i>Hybrid</i>	31
Gambar 3.7: Diagram Alur Metodologi Penelitian	35
Gambar 4.1(a): Foto Fisik <i>Board Mikrokontroler</i> ESP32-WROOM-32	40
Gambar 4.1 (b): Foto Fisik Sensor Suhu & Kelembaban DHT22 (AM2302)	41
Gambar 4.1 (c): Foto Fisik Modul <i>MicroSD</i> Card Reader SPI beserta Kartu Memori	41
Gambar 4.2 : Buoy Sedang Mengapung di Kolam Ikan	42
Gambar 4.3 : Data Hasil Akuisisi Sensor DHT22 Lapangan Selama 3 Jam (n = 5.400 Sampel, Interval 2 Detik)	43
Gambar 4.4a : hasil skenario <i>Gzip</i>	46
Gambar 4.4b : Perbandingan Ukuran <i>File Output</i> Nyata Keempat Skenario	47
Gambar 4.5 : Visualisasi Kerja Algoritma <i>Stateful Thresholding</i> (30 Menit Pertama)	48
Gambar 4.6 : Distribusi Perubahan Nilai Sensor $ \Delta $ sebagai Justifikasi Nilai <i>Threshold</i>	49
Gambar 4.7 : Perbandingan Rasio Reduksi Data Keempat Skenario	51
Gambar 4.8 : Volume Data Sebelum dan Sesudah Reduksi (KB) Masing-masing Skenario	51
Gambar 4.9 : Perbandingan Waktu Proses Algoritma Antar Skenario	52
Gambar 4.10 : Profil Penggunaan RAM ESP32 Keempat Skenario	53
Gambar 4.11 : Radar Chart Analisis <i>Trade-off</i> Performa Multi-Dimensi Keempat Skenario	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Contoh Skenario Nyata	12
Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu	22
Tabel 3.1: Rincian Daftar komponen Perangkat Keras.....	25
Tabel 3.2 Kebutuhan Perangkat Lunak dan Library.....	27
Tabel 3.3 Matrik Evaluasi Kinerja	34
Tabel 3.4 Jadwal Penelitian.....	38
Tabel 4.1 – Statistik Deskriptif Data Sensor DHT22 Lapangan (Durasi 3 Jam).....	43
Tabel 4.2 – Rekap Lengkap Perbandingan Performa Keempat Skenario Pengujian..	50
Tabel 4.3 : Rekapitulasi Skor Evaluasi Multi Dimensi Keempat Skenario (Scale 0–100).....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A: Dokumentasi Perakitan Alat dan Kegiatan Lapangan.	63
Lampiran B: Cuplikan Dataset Hasil Pengujian.	64
Lampiran C: Hasil Turnitin.....	65

DAFTAR RUMUS

Rumus 2.1 : Rumus Perubahan Nilai Sensor Thresholding.....	17
Rumus 2.2: Rasio Reduksi Data	20
Rumus 2.3: Waktu Eksekusi CPU	20
Rumus 2.4: Penggunaan Memori RAM Heap Terpakai	21
Rumus 3.1: Rumus Persentase Sisa Memori Heap	33
Rumus 3.2: Penerapan Rumus Rasio Reduksi Data.....	33