



**Implementasi Algoritma Pengiriman dan Penerimaan Gambar  
Melalui Sambungan Satelit untuk Pemantauan  
Tsunami Buoy Merah-Putih**

*TUGAS AKHIR*

Disusun Oleh :

Nama : Faizurrahman 'Allam Majid

NIM : 41519120094

Pembimbing : Dr. Nenden Siti Fatonah, S.Si.,M.Kom

UNIVERSITAS  
**MERCU BUANA**  
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2021



**Implementasi Algoritma Pengiriman dan Penerimaan Gambar  
Melalui Sambungan Satelit untuk Pemantauan  
Tsunami Buoy Merah-Putih**

*Tugas Akhir*

Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer

Oleh:

Nama : Faizurrahman 'Allam Majid

NIM : 41519120094

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA  
PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS MERCU BUANA  
JAKARTA  
2021

## LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

### LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

NIM : 41519120094

Nama : Faizurrahman 'Allam Majid

Judul Tugas Akhir : Implementasi Algoritma Pengiriman dan Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir saya adalah hasil karya sendiri dan bukan plagiat. Apabila ternyata ditemukan di dalam laporan Tugas Akhir saya terdapat unsur plagiat, maka saya siap untuk mendapatkan sanksi akademik yang terkait dengan hal tersebut.



Jakarta, 20 Januari 2022



Faizurrahman 'Allam Majid

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

### SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Faizurrahman 'Allam Majid  
NIM : 41519120094  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Algoritma Pengiriman dan Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih

Dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti/Non Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya.

Selain itu, demi pengembangan ilmu pengetahuan di lingkungan Universitas Mercu Buana, saya memberikan izin kepada Peneliti di Lab Riset Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana untuk menggunakan dan mengembangkan hasil riset yang ada dalam tugas akhir untuk kepentingan riset dan publikasi selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 20 Januari 2022

Faizurrahman 'Allam Majid



## SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR

### SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR

Sebagai mahasiswa Universitas Mercu Buana, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Faizurrahman 'Allam Majid  
 NIM : 41519120094  
 Judul Tugas Akhir : Implementasi Algoritma Pengiriman dan Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih

Menyatakan bahwa :

1. Luaran Tugas Akhir saya adalah sebagai berikut :

No	Luaran	Jenis	Status
1	Publikasi Ilmiah	Jurnal Nasional Tidak Terakreditasi	Diajukan ✓
		Jurnal Nasional Terakreditasi	
		Jurnal International Tidak Bereputasi	Diterima
		Jurnal International Bereputasi	
Disubmit/dipublikasikan di :	Nama Jurnal	: JEPIN (Jurnal Edukasi dan Penelitian Informatika)	
	ISSN	: eISSN: 2548-9364 / pISSN: 2460-0741	
	Link Jurnal	: <a href="https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/index">https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jepin/index</a>	
	Link File Jurnal Jika Sudah di Publish	:	

2. Bersedia untuk menyelesaikan seluruh proses publikasi artikel mulai dari submit, revisi artikel sampai dengan dinyatakan dapat diterbitkan pada jurnal yang dituju.
3. Diminta untuk melampirkan scan KTP dan Surat Pernyataan (Lihat Lampiran Dokumen HKI), untuk kepentingan pendaftaran HKI apabila diperlukan

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Mengetahui  
 Dosen Pembimbing TA



(Dr. Nenden Siti Fatmahan, S.Si., M.Kom)

Jakarta, 20 Januari 2022



(Faizurrahman 'Allam Majid)

## LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

### LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41519120094  
Nama : Faizurrahman 'allam Majid  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Algoritma Pengiriman dan  
Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit  
untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 20 Januari 2022



(Muhammad Rifqi, S.Kom, M.Kom)

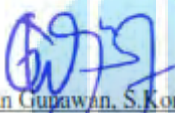
## LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

### LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41519120094  
Nama : Faizurrahman 'allam Majid  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Algoritma Pengiriman dan  
Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit  
untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 20 Januari 2022

  
(Wawan Gudawan, S.Kom, MT)

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA




## LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

### LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI

NIM : 41519120094  
Nama : Faizurrahman 'allam Majid  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Algoritma Pengiriman dan  
Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit  
untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 20 Januari 2022



(Ir. Emil R. Kaburuan, Ph.D., IPM.)

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA



## LEMBAR PENGESAHAN

### LEMBAR PENGESAHAN

NIM : 41519120094  
Nama : Faizurrahman 'allam Majid  
Judul Tugas Akhir : Implementasi Algoritma Pengiriman dan Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disidangkan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana.

Jakarta, 20 Januari 2022

Menyetujui,



(Dr. Nenden Siti Fatmahan, S.Si., M.Kom)  
Dosen Pembimbing

UNIVERSITAS

Mengetahui,

MERCU BUANA



(Wawan Godawan, S.Kom, MT)  
Koord. Tugas Akhir Teknik Informatika



(H. Erni R. Kaburuan, Ph.D., IPM)  
Ka. Prodi Teknik Informatika

## ABSTRAK

Nama : Faizurrahman Allam Majid  
NIM : 41519120094  
Pembimbing TA : Dr. Nenden Siti Fatonah, S.Si.,M.Kom  
Judul : Implementasi Algoritma Pengiriman dan Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih

Pemerintah Indonesia membangun suatu sistem peringatan dini Tsunami (early warning system) gempa dan tsunami yang disebut Indonesia Tsunami Early Warning System (Ina-TEWS). Namun Buoy yang sudah terpasang sejak tahun 2008 sudah tidak berfungsi karena rusak, hilang atau vandalisme. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah kamera pemantauan pada badan Buoy dan mengirimkan gambar melalui sambungan satelit yang memiliki lebar pita terbatas. Metode dalam pengiriman gambar menggunakan compression image, slicing image dan encode image menggunakan base64. Gambar yang dihasilkan memiliki ukuran 4.6 KiloByte yang di parsing menjadi 36 part gambar, sehingga tiap part memiliki ukuran 232 bytes. Pengiriman dan penerimaan gambar berhasil dilakukan tanpa adanya pixel gambar yang rusak ataupun tertukar saat dilakukan encode decode data gambar. Algoritma yang dibangun mampu melakukan pengiriman dan penerimaan gambar secara otomatis tanpa adanya data yang rusak saat pengiriman dan gambar diterima dengan keadaan baik sesuai gambar yang dikirim. Slicing pada pengiriman dan merge pada penerimaan tidak terjadinya perubahan pixel, perubahan gambar dan perubahan posisi slicing saat dilakukan merge pada penerimaan gambar.

Kata kunci:

*inatews, buoy, tsunami, permasalahan vandalisme, satelit, bandwidth, kamera, pengolahan citra*

## ABSTRACT

Name : Faizurrahman ‘Allam Majid  
Student Number : 41519120094  
Counsellor : Dr. Nenden Siti Fatonah, S.Si.,M.Kom  
Title : *Implementation of the Algorithm for Sending and Receiving Images Through Satellite Connections for Monitoring the Red-White Buoy Tsunami*

The Indonesian government has developed an earthquake and tsunami early warning system called the Indonesia Tsunami Early Warning System (Ina-TEWS). However, the Buoy that has been installed since 2008 is no longer functioning due to damage, loss or vandalism. Therefore, a monitoring camera is needed on the body of the Buoy and transmits images via a satellite connection which has a limited bandwidth. Methods in sending images using image compression, image slicing and image encode using base64. The resulting image has a size of 4.6 KiloBytes which is parsed into 36 image parts, so that each part has a size of 232 bytes. Image sending and receiving was successfully carried out without any damaged or swapped image pixels when encoded image data was encoded. The algorithm that is built is able to send and receive images automatically without any data being damaged during transmission and images are received in good condition according to the images sent. Slicing on sending and merging on receiving does not occur in pixel changes, image changes and changes in slicing position when merged on receiving images.

Key words:

*inatews, buoy, tsunami, vandalism, satellite, bandwidth, camera, image processing*

UNIVERSITAS  
MERCU BUANA

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan yang Maha Esa, atas segala rahmat dan ridhanya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang merupakan salah satu persyaratan kelulusan Program Studi Strata Satu (S1) pada jurusan Teknik Informatika, Universitas Mercu Buana.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, karena kesempurnaan sejatinya hanya milik Tuhan yang Maha Esa. Oleh karena itu, saran dan masukan yang membangun senantiasa penulis terima dengan senang hati. Serta berkat dukungan, motivasi, bantuan, bimbingan, dan doa dari banyak pihak, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Nenden Siti Fatonah, S.Si.,M.Kom selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan pengarahan dan motivasi sehingga selama pembuatan tugas akhir ini terjadwal dengan baik.
2. Bapak Emil Robert Kaburuan, S.T., MA., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Universitas Mercubuana.
3. Bapak Dipl. Ing. Wayan Wira Yogantara selaku Kepala Pusat Manajemen Informasi BPPT yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di BPPT.
4. Ibu Suko Rahayu, Alm selaku seseorang yang telah melahirkan saya.
5. Bapak Drs Junaedhy dan Sri Mulyati, S.Kep selaku Kedua orang tua saya, tugas akhir ini saya dedikasikan khusus untuk mereka yang sejak awal selalu memberikan dukungan selama menjalani masa studi sebagai mahasiswa Universitas Mercubuana.
6. Calon Istri saya Nadya Salsabila yang selalu memberikan dukungan dan kasih sayang.
7. Bapak Wayan Wira Selaku Kepala Program INA-TEWS di Pusat Teknologi Elektronika yang membantu saya dalam tugas akhir ini.
8. Bapak Widar Dwi Gustian Selaku Teman Kerja di Pusat Teknologi Elektronika yang membantu saya dalam tugas akhir ini.
9. Bapak Bagus Selaku Teman Kerja di Pusat Teknologi Elektronika yang membantu saya dalam tugas akhir ini.

10. Bapak Ryan Prasetya Selaku Teman Kerja di Pusat Teknologi Elektronika yang membantu saya dalam tugas akhir ini.
11. Semua teman kerja dan kuliah yang selalu berbagi informasi dan memberikan dukungan dalam bentuk yang berbeda-beda.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tuhan yang Maha Esa membalas kebaikan dan selalu mencurahkan rahmat, hidayah, serta panjang umur kepada kita semua, aamiin. Terima Kasih.

Jakarta, 14 Januari 2022  
Faizurrahman Allam Majid



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR... iii	
SURAT PERNYATAAN LUARAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI .....	v
LEMBAR PENGESAHAN .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT .....	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
NASKAH JURNAL .....	1
BAB 1. LITERATUR REVIEW.....	12
BAB 2. ANALISIS DAN PERANCANGAN.....	19
BAB 3. SOURCE CODE.....	30
BAB 4. DATASET.....	39
BAB 5. TAHAPAN EKSPERIMEN.....	40
BAB 6. KESIMPULAN .....	50
DAFTAR PUSTAKA .....	51
LAMPIRAN DOKUMEN HAKI.....	53
LAMPIRAN KORESPONDENSI .....	56



# Implementasi Pengiriman dan Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih

Faizurrahman 'Allam Majid<sup>#1</sup>, Nenden Siti Fatonah <sup>\*2</sup>

<sup>#</sup>Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Mercu Buana

Jalan Meruya Jakarta Barat

<sup>1</sup>41519120094@student.mercubuana.ac.id

<sup>2</sup> nendenfatollah@gmail.com

**Abstrak**— Pemerintah Indonesia untuk membangun suatu sistem peringatan dini (early warning system) gempa dan tsunami yang disebut Indonesia Tsunami Early Warning System (Ina-TEWS). Namun Buoy yang sudah terpasang sejak tahun 2008 sudah tidak berfungsi karena rusak, hilang atau vandalisme. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah kamera pemantauan pada badan Buoy dan mengirimkan gambar melalui sambungan satellite yang memiliki lebar pita terbatas. Metode dalam pengiriman gambar menggunakan *compression image*, *slicing image* dan *encode image* menggunakan base64. Gambar yang dihasilkan memiliki ukuran 4.6 KiloByte yang di parsing mejadi 36 part gambar, sehingga tiap part memiliki ukuran 232 bytes. Pengiriman dan penerimaan gambar berhasil dilakukan tanpa adanya pixel gambar yang rusak ataupun tertukar saat dilakukan encode decode data gambar.

**Kata kunci**— inatews, buoy, tsunami, permasalahan vandalisme, satelit, bandwidth, kamera, pengolahan citra

## I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat kerawanan bencana alam cukup tinggi. Berdasarkan data World risk report 2018, Indonesia menduduki urutan ke-36 dengan indeks risiko 10,36 dari 172 negara paling rawan bencana alam di dunia. Kondisi tersebut disebabkan oleh keberadaan Indonesia secara tektonis yang menjadi tempat bertemunya tiga lempeng tektonik dunia (Eurasia, Indo-Australia dan Pasifik), secara vulkanis sebagai jalur gunung api aktif yang dikenal dengan cincin api pasifik atau Pacific ring of fire. Kondisi ini kemudian menjadi penyebab terjadinya bencana gempa bumi, tsunami dan gunung meletus.

Gempa Bumi merupakan bencana alam yang cukup sering terjadi di Indonesia. Dalam kurun waktu 10 tahun terakhir (2009-2019) bencana alam gempa bumi telah terjadi sebanyak 216 kali dengan jumlah korban hilang dan meninggal dunia sebanyak 637 jiwa, 8.687 korban luka-luka, 459.855 pengungsi, 602.223 unit rumah warga rusak serta 131 fasilitas umum yang juga mengalami kerusakan. Bencana alam gempa bumi yang melanda Pulau Lombok pada akhir bulan Jul dan sepanjang bulan Agustus 2018 memberikan dampak yang cukup besar. Berdasarkan data dari BNPB per 6 Oktober 2018, bencana gempa bumi di NTB mengakibatkan 564 korban meninggal dunia (Lombok Utara 467 orang, Lombok Barat 44 orang, Lombok Timur 31 orang, Lombok Tengah 2 orang, Kota Mataram 9 orang, Kabupaten Sumbawa 6 orang dan Sumbawa Barat 5 orang), terdapat 1.584 korban luka-luka, 445.343 orang mengungsi dan sebanyak 149.715 unit rumah rusak [1]. Peristiwa in mendorong



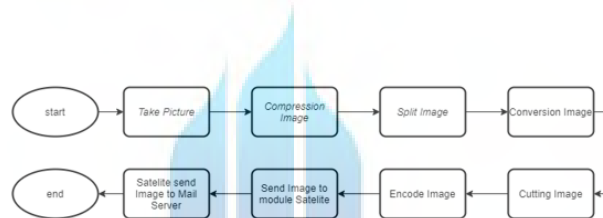
Pemerintah Indonesia untuk membangun suatu sistem peringatan dini (early warning system) gempa dan tsunami yang disebut Indonesia Tsunami Early Warning System (Ina-TEWS) yang ditugaskan pada Lembaga non kementerian yaitu Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi [2].

Peringatan dini tsunami merupakan sebuah mekanisme pengiriman pesan untuk memberitahukan masyarakat yang berada di dekat pantai terdampak tsunami tentang akan datangnya bahaya tsunami, tujuan dari peringatan ini adalah member waktu kepada otoritas lokal untuk mengambil tindakan penyelamatan. Semakin cepat dan tepat peringatan ini, maka tindakan penyelamatan akan semakin efektif [3]. Ina-TEWS memiliki program turunan salah satunya Tsunami Buoy Merah-Putih. Buoy adalah alat terapung yang dapat mendeteksi gelombang tsunami yang diakibatkan gempa bumi bawah laut. Buoy akan mengawasi dan mencatat perubahan tingkat air laut di samudera. Indonesia memasang sembilan buoy tsunami sejak tahun 2008 tetapi sudah tidak berfungsi sejak 2012 hingga 2018 karena rusak dan hilang. Hilang dan rusaknya buoy tidak dapat teridentifikasi penyebabnya seperti vandalisme, rusak karena kegiatan nelayan atau kerusakan elektronik.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah kamera pemantauan pada badan Buoy dan mengirimkan gambar melalui sambungan satellite yang memiliki *bandwith* terbatas. Oleh karena itu, Penelitian ini berfokus pada Algoritma pengiriman gambar melalui sambungan Satelit.

## II. METODOLOGI PENELITIAN

Secara umum, metodologi yang dilakukan pada penelitian ini terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian diagram pengiriman dan diagram penerimaan, diagram pengiriman dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar. 1 Diagram alir metodologi penelitian (pengiriman data gambar)

Terdapat tujuh utama dalam melaksanakan penelitian ini bagian pengiriman data yaitu: pengambilan gambar, kompresi gambar, memecah gambar, konversi gambar, memotong gambar, *encode* gambar dan mengirimkan data *encode* gambar ke satellite. Bagian satelit mengirim data ke *mail server* di *handle* oleh satelit itu sendiri. Pada penelitian ini membutuhkan sebuah library OpenCV. OpenCV (Open Source Computer Vision Library) adalah sebuah library open source yang dikembangkan oleh intel yang fokus untuk menyederhanakan programming terkait citra digital. Di dalam OpenCV sudah mempunyai banyak fitur, antara lain: pengenalan wajah, pelacakan wajah, deteksi wajah, kalman filtering, dan berbagai jenis metode AI (Artificial Intelligence) dan menyediakan berbagai algoritma sederhana terkait computer vision untuk low level, OpenCV merupakan open source computer vision library untuk bahasa pemrograman C/C++, dan telah dikembangkan ke Python, Java, Matlab [4]. Berikut adalah tahapan pada penelitian.

### A. Pengambilan gambar

Proses ini mengambil gambar menggunakan modul kamera berjenis dual camera untuk mendapatkan gambar dari dua arah berbeda agar cakupan pemantauan lebih luas. Dalam pengambilan gambar di sini menggunakan ruang warna adalah RGB. RGB adalah Ruang Warna Red, Green, Blue (RGB) adalah ruang warna standar yang didasarkan pada akuisisi frekuensi warna oleh sensor elektronik. Keluaran dari sensor ini berupa sinyal analog. RGB adalah ruang warna aditif, yang berarti bahwa seluruh warna dimulai dengan warna hitam dan dibentuk dengan menambahkan warna hijau, merah, dan biru [5]. Model warna RGB yang dinormalisasi adalah sebenarnya model warna RGB yang rentangnya disesuaikan [dari 0 hingga 1] dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 r &= \frac{R}{R + G + B} \\
 g &= \frac{G}{R + G + B} \\
 b &= \frac{B}{R + G + B}
 \end{aligned}
 \quad [6]$$

### B. Kompresi Gambar

Proses ini mengompres gambar dari hasil pengambilan gambar modul kamera. Kompresi gambar dilakukan untuk memperkecil ukuran gambar sebelum dilakukan rekayasa gambar untuk disiapkan dalam pengiriman modul satelit. Pada penelitian sebelumnya proses kompresi gambar dengan ukuran file 142Kb dikompresi 75% menjadi 54Kb [7].

### C. Memecah Gambar

Proses ini lanjutan dari kompresi gambar yaitu memisahkan dua gambar yang tersambung menjadi dua gambar yang terpisah untuk dilakukan proses lebih lanjut yaitu conversion image.

### D. Konversi Gambar

Proses ini adalah konversi gambar dari format warna gambar RGB (red green blue) ke YCbCr. Kelebihan dari model Warna YCbCr mudah untuk representasikan beberapa informasi warna yang berlebihan [8]. Konversi ini dilakukan untuk tujuan mengompres gambar lebih kecil dari kompresi sebelumnya dikarenakan proses ini akan mengambil gambar berwarna Luma atau Grayscale sedangkan untuk Chroma blue dan chroma red tidak diproses atau diabaikan. Ruang warna YCbCr terbagi atas 2 komponen yaitu komponen luminance yang merepresentasikan warna RGB. Komponen lainnya adalah Cb dan Cr yang merepresentasikan chrominance yang merepresentasikan corak warna dan saturasi [9]. Model warna YCbCr memisahkan nilai RGB menjadi informasi luminans dan krominans yang berguna untuk aplikasi kompresi citra Rumus konversi RGB ke YCbCr :

$$\begin{aligned} Y &= 0.299R + 0.587G + 0.114B \\ Cb &= B - Y \\ Cr &= R - Y \end{aligned} \quad [10]$$

### E. Memotong Gambar

Proses pemotongan gambar dilakukan untuk proses sebelum gambar di *encode* ke format base64. Gambar perlu dilakukan pemotongan karena hasil kompresi masih terlalu besar untuk dilakukan pengiriman gambar dalam satu gambar penuh, maka dari itu pemotongan gambar menjadi tiga puluh bagian perlu dilakukan agar tiap data pengiriman kurang dari 300 byte sesuai dengan recruitment module satellite Iridium.

### F. Encode Gambar

Proses Terakhir untuk dilakukan pengiriman yaitu encode data gambar berformat PNG di *encode* ke base64 dikarenakan format yang didukung oleh module satellite Iridium hanya teks. Transformasi Base64 merupakan salah satu algoritma untuk encoding dan decoding suatu data ke dalam format ASCII, yang didasarkan pada bilangan dasar 64 [11]. Teknik encoding menggunakan base64 adalah cara sederhana dan ringan untuk dijalankan pada *hardware seperti* beaglebone [12]. Tahapan tahapan dalam encoding menggunakan algoritma sebagai berikut :

1. Mengkonversi karakter ke biner
2. Memperhatikan dan pastikan bahwa ada 24 bit.
3. Mengkonversi 24 bit dari tiga kelompok 8 bit ke empat kelompok 6 bit
4. Convert masing-masing empat kelompok 6 bit ke desimal
5. Gunakan masing-masing desimal untuk mencari kode karakter pada index base64 [13].

### G. Mengirimkan Data Encode

Konversi base64 selesai, pengiriman data gambar dari part pertama sampai part terakhir dilakukan secara serial ke modul satelit Iridium.

Setelah pengiriman data gambar, penelitian akan dilanjutkan pada penerimaan data gambar. Diagram penerimaan data gambar dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar. 2 Diagram alir metodologi penelitian (penerimaan data gambar)

Terdapat empat tahapan utama dalam melaksanakan penelitian ini bagian penerimaan data yaitu: pembacaan *mail server*, menyimpan data *row* gambar, *decode* gambar dari base64 dan menggabungkan potongan gambar serta menyimpan gambar.

#### A. Pembacaan Mail Server

Program tiap waktu cek pesan masuk pada mailbox untuk parsing data pada attachment email. Pesan elektronik atau yang akrab disebut e-mail merupakan istilah untuk pesan/surat elektronik; biasanya berbentuk pesan teks sederhana yang ditulis seseorang (user) melalui sebuah sistem komputer dan ditransmisikan ke komputer lain yang dituju dengan melintasi jaringan internet. Saat ini e-mail banyak digunakan karena ekonomis, lebih simpel, sangat cepat, mudah dikelola, dan mampu mentransmisi beragam format dokumen [14].

#### B. Menyimpan Data Row Gambar

Program membuat file untuk menampung data sementara part encode gambar sebelum dilakukan decode data ke gambar.

#### C. Decode Gambar dari format Base64

Program melakukan decode gambar setelah part terakhir pada gambar diterima oleh program. Proses decode akan melakukan pengurutan data gambar yang memungkinkan data gambar yang terkirim tidak perlu perbaikan pada struktur part gambar. Algoritma base64 adalah teknik konversi pencodean radix-64, teknik ini merupakan pemetaan untuk merubah input numeric ke bentuk karakter sebagai hasilnya [7]. Pencodean radix 64 dapat dilihat pada Tabel 2.

TABEL 2  
PENGKODEAN RADIX BASE64

Nilai 16 bit	Karakter Pencodean	Nilai 16 bit	Karakter Pencodean	Nilai 16 bit	Karakter Pencodean
0	A	22	W	44	S
1	B	23	X	45	T
2	C	24	Y	46	U
3	D	25	Z	47	V
4	E	26	a	48	W
5	F	27	b	49	X
6	G	28	c	50	Y
7	H	29	d	51	Z
8	I	30	e	52	0
9	J	31	f	53	1
10	K	32	g	54	2
11	L	33	h	55	3
12	M	34	i	56	4
13	N	35	j	57	5
14	O	36	k	58	6

15	P	37	l	59	7
16	Q	38	m	60	8
17	R	39	n	61	9
18	S	40	o	62	+
19	T	41	p	63	=
20	U	42	q	(pad)	
21	V	43	r		

#### D. Menyatukan dan Menyimpan Gambar

Proses ini melakukan penyimpanan gambar setelah proses decode gambar berhasil dilakukan. Gambar akan disimpan dalam format PNG. Dalam penyatuan gambar membutuhkan sebuah library numpy dari python. Numpy adalah library Python yang fokus pada scientific computing. NumPy memiliki kemampuan untuk membentuk objek N-dimensional array, yang mirip dengan list pada Python[15]. Setelah melakukan penyatuan gambar, gambar akan dilakukan perbaikan image atau perbesaran resolusi metode ini biasa disebut *image enhancement*. *Image enhancement* (perbaikan kualitas citra) adalah salah satu proses awal dalam image processing (pengolahan citra). Perbaikan kualitas citra dilakukan karena citra yang ada mempunyai kualitas yang buruk, misalnya citra mengalami noise (derau), citra terlalu gelap/terang, citra kurang tajam, citra terlihat kabur dan masih banyak lagi [16].

### III. HASIL DAN ANALISA

Hasil penelitian ini dilakukan menggunakan bahasa pemrograman python, dalam melakukan pemrograman python penulis menggunakan bantuan IDE Visual Studio Code. Pada penelitian ini, penulis menggunakan beberapa library Python untuk menunjang pembuatan algoritma pengiriman dan penerimaan gambar seperti library numpy, base64, threading dan OpenCV. Numpy digunakan untuk perhitungan pixel saat pengolahan citra pada penerimaan gambar. Base64 digunakan untuk *encode* data gambar menjadi format base64 agar dapat dikirim melalui sambungan satelit. Threading digunakan untuk *multithread* saat pembacaan tiap waktu pada mail server. OpenCV dikhususkan untuk pengolahan citra seperti pengambilan gambar, pemotongan gambar, pemisahan gambar menjadi beberapa bagian dan menyimpan gambar dari hasil pengolahan citra.

Pada tahap awal, data kamera diproses menggunakan library OpenCV yaitu pengambilan gambar seutuhnya tanpa ada perubahan ukuran dan warna. Kamera yang digunakan adalah kamera berjenis dual kamera dengan hasil pengambilan gambar yang dapat dilihat pada Gambar 3. Gambar tersebut memiliki ukuran sebesar 805 KiloByte dengan ukuran pixel 1280 x 480 yang menggunakan ruang warna RGB. Detail meta data gambar dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar. 3 Hasil pengambilan gambar

File Name	FullImage.png
File Size	805 KB
File Type	PNG
File Type Extension	png
Mime Type	image/png
Image Width	1280
Image Height	480
Bit Depth	8
Color Type	RGB
Compression	Deflate/inflate
Filter	Adaptive
Interlace	Noninterlaced
Image Size	1280x480

Gambar. 4 Metadata proses awal

Proses pengambilan gambar selesai dilanjutkan dengan proses kompresi gambar. Kompresi gambar dilakukan karena ukuran sebelumnya lumayan besar yaitu 805 KiloByte. Target dari kompresi adalah 90 persen dari file asli, dikarenakan dukungan *bandwith* dari iridium sangat kecil yaitu 300bit tiap pengiriman. Hasil kompresi dapat dilihat pada Gambar 5. Meta data hasil dari kompresi menunjukkan bahwa ukuran yang didapat setelah kompresi adalah 26 KiloByte dengan ukuran pixel 192 x 72 px. Metadata dapat dilihat pada Gambar 6.

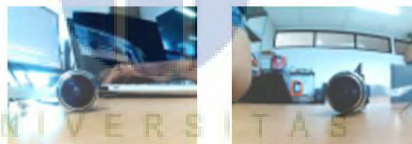


Gambar. 5 Hasil kompresi gambar

File Name	ImageCompression.png
File Size	26 KiB
File Type	PNG
File Type Extension	png
Mime Type	image/png
Image Width	192
Image Height	72
Bit Depth	8
Color Type	RGB
Compression	Deflate/inflate
Filter	Adaptive
Interlace	Noninterlaced
Image Size	192x72
Megapixels	0.014

Gambar. 6 Metadata kompresi gambar

Setelah proses kompresi dilakukan, langkah selanjutnya adalah memisahkan satu gambar menjadi dua gambar. Pemisahan gambar dilakukan karena pada penelitian ini menggunakan kamera berjenis dual-camera, kamera jenis ini dipilih karena dengan satu port usb dapat melakukan pengambilan gambar dari dua sisi. Alasan ini menjadikan bahwa kamera berjenis dual-camera cocok untuk kegiatan *surveillance* di Buoy Merah Putih. Hasil dari pemisahan gambar dapat dilihat pada Gambar 7. Pemisahan gambar menghasilkan masing-masing ukuran menghasilkan 13 dan 11 KiloByte dengan ukuran pixel 96 x 72 px. Metadata dapat dilihat pada Gambar 8.

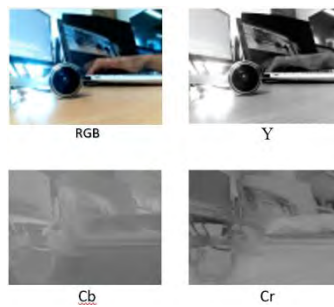


Gambar. 7 Hasil memecah gambar

File Name	ColorImageLeft.png	File Name	ColorImageRight.png
File Size	13 KiB	File Size	11 KiB
File Type	PNG	File Type	PNG
File Type Extension	png	File Type Extension	png
Mime Type	image/png	Mime Type	image/png
Image Width	96	Image Width	96
Image Height	72	Image Height	72
Bit Depth	8	Bit Depth	8
Color Type	RGB	Color Type	RGB
Compression	Deflate/inflate	Compression	Deflate/inflate
Filter	Adaptive	Filter	Adaptive
Interlace	Noninterlaced	Interlace	Noninterlaced
Image Size	96x72	Image Size	96x72

Gambar. 8 Metadata pemecahan gambar

Setelah proses pemisahan gambar selesai dilanjutkan dengan proses konversi ruang warna dari RGB ke ruang warna YCbCr. Konversi ini bertujuan untuk memperkecil ukuran gambar. Konversi RGB to YCbCr menggunakan library OpenCV dengan fungsi `cv2.cvtColor(RightPic, cv2.COLOR_RGB2YCrCb)` yang menghasilkan keluaran tiga gambar yaitu color space Y, Cb dan Cr. Namun pada penelitian ini ruang warna yang dikirim hanya bagian Y. Hasil dari konversi ini dapat dilihat pada Gambar 9. Metadata hasil dari konversi keruang YCbCr menunjukkan bahwa ukuran menjadi 4.6 KiloByte dengan ukuran pixel yang sama yaitu 96 x 72 px. Detail metadata hasil konversi dapat dilihat pada Gambar 10.

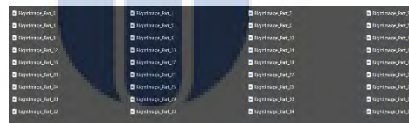


Gambar. 9 Hasil Konversi RGB - YCbCr

File Name	SplitimageLeft_Y.png
File Size	4.6 KiB
File Type	PNG
File Type Extension	png
Mime Type	image/png
Image Width	96
Image Height	72
Bit Depth	8
Color Type	Grayscale
Compression	Deflate/Inflate
Filter	Adaptive
Interlace	Noninterlaced
Image Size	96x72

Gambar. 10 Proses Konversi RGB – YCbCr

Setelah melakukan konversi ruang warna dari RGB to YCbCr , selanjutnya hasil dari konversi tersebut dilakukan *slicing* gambar. Slicing gambar bertujuan untuk meminimalisir kerusakan data saat pengiriman dilakukan melalui jaringan satelit serta berfungsi untuk memecah data agar ukuran tersebut dapat dikirim melalui sambungan satelit. Satu gambar di potong menjadi 36 bagian, satu bagian memiliki ukuran 232 bytes dengan ukuran pixel 96 x 2 px untuk detail ukuran dapat dilihat pada Gambar 12. Hasil *file slicing* dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar. 11 Hasil pemotongan gambar

File Name	Leftimage_Part_0.png
File Size	232 bytes
File Type	PNG
File Type Extension	png
Mime Type	image/png
Image Width	96
Image Height	2
Bit Depth	8
Color Type	Grayscale
Compression	Deflate/Inflate
Filter	Adaptive
Interlace	Noninterlaced
Image Size	96x2
Megapixels	0.000192

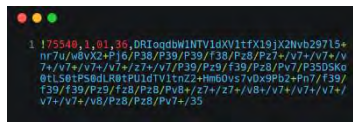
Gambar. 12 Proses pemotongan gambar

Setelah proses slicing dilakukan maka selanjutnya adalah *encode* data gambar ke format base64. *Encode* base64 dipilih karena format ini didukung oleh pengiriman satelit iridium karena output dari encode ini masih berupa karakter berbasis ASCII. Format yang disiapkan untuk dikirim adalah sebagai berikut.

- format diawali dengan huruf ‘!’ untuk menunjukkan bahwa data ini adalah data gambar
- *datetime* sebagai id unik gambar
- ID camera kanan dan kiri, jika kanan memiliki ID 1 dan kiri memiliki ID 2.
- Part number Gambar dari 01 sampai 36
- Total part Number 36
- Data gambar hasil *encode* base64

Untuk hasil salah satu format yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 13.





Gambar. 13 Proses pemotongan gambar

Tahapan proses pengolahan gambar pada sisi pengiriman selesai. Hasil dari encode gambar akan dikirim melalui satelit iridium menggunakan modul iridium 9602N secara bertahap dari part Tahapan proses pengolahan gambar pada sisi pengiriman selesai. Hasil dari encode gambar akan dikirim melalui satelit iridium menggunakan modul iridium 9602N secara bertahap dari part gambar satu sampai part gambar terakhir yaitu part ke-36. Fisik dari modul iridium 9602N dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar. 14 Modul Iridium 9602N

Pengiriman data gambar melalui satelit iridium menggunakan bahasa pemrograman python dengan library pyiridium9602. Library tersebut memiliki dokumentasi cukup baik pada pypi.org. Modul satelit iridium memiliki batasan bandwidth saat melakukan pengiriman, batasan bandwidth tersebut adalah 300 bytes. Pada penelitian ini data gambar yang sudah dilakukan *slicing* memiliki ukuran 232 bytes dan data tambahan seperti *datetime*, *id camera*, *id part* dan delimiter. Hasil pengiriman menggunakan iridium dapat dilihat pada gambar 15. Pada gambar tersebut dapat dilihat bahwa pengirim email tersebut adalah [sbdservice@sbd.iridium.com](mailto:sbdservice@sbd.iridium.com) serta memiliki subject email yaitu "SBD Msg From: 30023406557678 ". Deretan angka tersebut merupakan imei device yang mengirimkan data pada satelit iridium. Pada email tersebut memiliki file *attachment* dengan format .sbd, format tersebut adalah format khusus dari iridium.



Gambar. 15 Hasil pengiriman data gambar

Setelah pengiriman berhasil dilakukan dan data dapat diterima oleh mail server BPPT. Maka proses pengiriman telah selesai. Selanjutnya adalah proses penerimaan gambar. Berikut adalah proses penerimaan gambar memiliki beberapa tahap yaitu :

- Membaca email masuk pada mail Server BPPT
- Membaca attachment pada email
- Menyimpan hasil pembacaan attachment yang isinya adalah part data gambar
- Decode gambar jika data penerimaan sudah lengkap

Proses membaca email masuk menggunakan library email yang sudah disediakan pada bahasa pemrograman python. Pembacaan pada mail server memiliki 4 bagian yang harus dilakukan parsing yaitu subject email , pengirim email yang dipastikan bahwa pengirim tersebut dari [sbdservice@sbd.iridium.com](mailto:sbdservice@sbd.iridium.com) serta attachment. Gambar 16 menunjukkan ketika program sedang membaca email masuk.



```

Parser Email Activated ...
transmit.data.camera@gmail.com
300234011470660
Creted File Buffer
transmit.data.camera@gmail.com
300234011470660
Creted File Buffer
transmit.data.camera@gmail.com
300234011470660
Creted File Buffer
transmit.data.camera@gmail.com
300234011470660
Creted File Buffer
transmit.data.camera@gmail.com
300234011470660
Creted File Buffer
transmit.data.camera@gmail.com
300234011470660
Creted File Buffer
transmit.data.camera@gmail.com
300234011470660
Creted File Buffer
transmit.data.camera@gmail.com
300234011470660

```

Gambar. 16 Proses pembacaan mail server

Saat proses pembacaan email, file attachment akan disimpan pada server untuk dijadikan Log saat ada masalah. Isi file attachment pada email akan di simpan pada sebuah file baru sesuai dengan id unik pada data tersebut dengan file ekstensi .txt .File tersebut akan menyimpan data encode gambar sesuai dengan id camera. Isi dari file tersebut dapat dilihat pada Gambar 17, pada gambar tersebut menunjukkan bahwa terdapat 36 baris data gambar yang telah di terima dalam bentuk encode base64.

Gambar. 17 File berisi data encode gambar yang diterima

Setelah data *encode* gambar diterima dengan lengkap sampai part ke – 36, program akan otomatis menjalankan program *decode* gambar dan menyatukan gambar tiap part encode gambar. Pada Gambar 18 dapat dilihat bahwa hasil dari *decode* gambar berhasil dilakukan tanpa ada part yang hilang dari hasil *decode*. Gambar yang berhasil diterima memiliki ukuran yang sama dengan gambar pada sisi penerima. Metadata dapat dilihat pada Gambar 19.

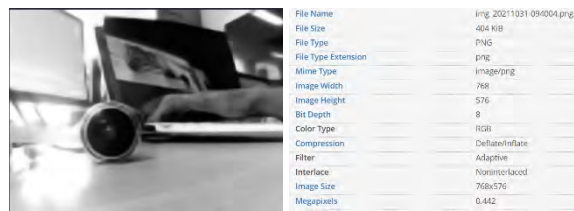


Gambar. 18 Hasil decode data gambar

File Name	img_20211031-091004.png	File Name	img_20211031-093950.png
File Size	4.5 KB	File Size	4.5 KB
File Type	PNG	File Type	PNG
File Type Extension	png	File Type Extension	png
Mime Type	image/png	Mime Type	image/png
Image Width	96	Image Width	96
Image Height	72	Image Height	72
Bit Depth	8	Bit Depth	8
Color Type	Grayscale	Color Type	Grayscale
Compression	Default/Inflate	Compression	Default/Inflate
Filter	Adaptive	Filter	Adaptive
Interlace	None/NotUsed	Interlace	None/NotUsed
Image Size	96x72	Image Size	96x72
		Megapixels	0.007

Gambar. 19 Hasil decode data gambar

Setelah berhasil membuat gambar dari hasil *decode* base64, maka dilakukan perbesaran pixel menggunakan model Deep Learning Super Resolution yaitu LapSRN\_x8.pb. Model tersebut dapat ditemukan pada internet. Model Super Resolution tersebut menjadikan gambar ukuran 4,5 KiloByte menjadu 404 KiloByte. Metadata dan hasil gambar dapat dilihat pada Gambar 20.



Gambar. 20 Metadata dan hasil gambar dari penerimaan

#### IV. KESIMPULAN

Penulis mengambil kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan, telah dihasilkan algoritma pengiriman dan penerimaan gambar melalui sambungan satelit yang memiliki lebar pita terbatas serta algoritma dibangun menggunakan Beaglebone dan Satelit Iridium untuk percobaan penelitian ini. Algoritma yang dibangun mampu melakukan pengiriman dan penerimaan gambar secara otomatis tanpa adanya data yang rusak saat pengiriman dan gambar diterima dengan keadaan baik sesuai gambar yang dikirim. *Slicing* pada pengiriman dan *merge* pada penerimaan tidak terjadinya perubahan pixel, perubahan gambar dan perubahan posisi *slicing* saat dilakukan *merge* pada penerimaan gambar.

Implementasi algoritma serta penggunaan Beaglebone ini sangat dimungkinkan di instalasi pada badan Buoy Merah-Putih untuk dijadikan *Surveillance* saat Buoy sudah dilakukan *deployment* di Lautan Indonesia untuk mengawasi saat adanya vandalisme pada Buoy.

#### REFERENSI

- [1] H. Hadi, S. Agustina and A. Subhani, "Penguatan Kesiapsiagaan Stakeholder," Jurnal Geodika, vol. 3, pp. 30-40, 2019.
- [2] BPPT, "BPPT Website," [Online]. Available: <https://www.bppt.go.id/layanan-informasi-publik/3798-bppt-luncurkan-alat-penditeksi-dini-tsunami>
- [3] A. Kurniasih, J. Marin and R. Setyawan, "Sistem Peringatan Dini Tsunami di Indonesia," Jurnal Geosains dan Teknologi, vol. 3, no. 1, 2020.
- [4] Susim Theresia dan Darujati Cahyo, "Pengolahan Citra untuk pengenalan Wajah menggunakan OpenCV", Jurnal Syntax Admiration, Vol.2 No.3, 2021
- [5] Sanusi Haura, H.S Suryadi dan Susetianingsih Diana Tri, "Pembuatan Aplikasi Klasifikasi Citra Daun Menggunakan Ruang Warna RGB dan HSV", Jurnal Ilmiah Informatika Komputer VOL 24 No.3 , 2019
- [6] Santoso Sulaeman dan Dermawan Erico, "Kombinasi Penggunaan Model Warna dalam Pendeteksian Letak Bibir pada Gambar Digital Berwarna", Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi Vol.1 No. 2, 2015
- [7] Putra Marta and Hayaty Mardhiya, "Enkripsi dan Dekripsi Gambar dengan Menggunakan Perpaduan Algoritma Base64 dan RC4", Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Multimedia, 2018
- [8] Amalia Resti, Ikasari Ines Heidiana dan Rosyani Perani, "Deteksi Objek dengan Model Warna YCbCr dan Similarity Distance", Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Vol 09 No 2, 2021
- [9] Yatim Rais Imran, Sari Jayanti dan Ningrum Ika Purwanti, "Deteksi Area Wajah Manusia pada Citra Berwarna berbasis Segmentasi Warna YCbCr dan Operasi Morfologi Citra", Ultimatics, Vol. XI, No 1, 2019
- [10] Nasution M.S dan Fadillah Nurul, "Deteksi Kematangan Buah Tomat Berdasarkan Warna Buah dengan Menggunakan YCbCr", Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan Vol.3 No.2, 2019
- [11] B. D. Raharja and P. Harsadi, "implementasi kompresi citra digital dengan mengatur kualitas citra digital," Jurnal Ilmiah Sinus, vol. 16, no. 2, 2018.
- [12] S. H. and A. S. Khairani, "Implementasi dan Penggunaan Algoritma Base64 dalam Pengamanan File Video," Jurnal Media Informatika Budidarma, vol. 4, no. 2, pp. 340-346, 2020.
- [13] Sinaga Rian dan Ginting guidio, "Implementasi Algoritma Base64 dan Algoritma Discrete Cosine Transform dalam Penyisipan Gambar terenkripsi pada Audio Digital", Journal of Information Sistem Research (JOSH), Vol.1, No3, 2020
- [14] Basorudin, "Implementasi Mail Server Berbasis Squirrelmail dengan Exchange Server Menggunakan Teknologi Virtualisasi di SMK Negeri 1 Pendalian IV Koto", Jurnal Media Infotama Bol14 No.2, 2018
- [15] Walt Stefan and L.Schonberger, "Scikit-image: Image Processing in Python", ArXiv, 2014
- [16] Wahyu Supriyatin, "Aplikasi Peningkatan Kualitas Citra Grayscale dalam Bentuk Perubahan Kecerahan", UG Jurnal, Vol.7 No.08, 2013

## KERTAS KERJA

Kertas kerja ini merupakan material kelengkapan artikel jurnal dengan judul “Implementasi Algoritma Pengiriman dan Penerimaan Gambar Melalui Sambungan Satelit untuk Pemantauan Tsunami Buoy Merah-Putih”. Pemerintah Indonesia membangun suatu sistem peringatan dini Tsunami (early warning system) gempa dan tsunami yang disebut Indonesia Tsunami Early Warning System (Ina-TEWS). Namun Buoy yang sudah terpasang sejak tahun 2008 sudah tidak berfungsi karena rusak, hilang atau vandalisme. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah kamera pemantauan pada badan Buoy dan mengirimkan gambar melalui sambungan satelit yang memiliki lebar pita terbatas. Metode dalam pengiriman gambar menggunakan compression image, slicing image dan encode image menggunakan base64. Gambar yang dihasilkan memiliki ukuran 4.6 KiloByte yang di parsing menjadi 36 part gambar, sehingga tiap part memiliki ukuran 232 bytes. Pengiriman dan penerimaan gambar berhasil dilakukan tanpa adanya pixel gambar yang rusak ataupun tertukar saat dilakukan encode decode data gambar. Algoritma yang dibangun mampu melakukan pengiriman dan penerimaan gambar secara otomatis tanpa adanya data yang rusak saat pengiriman dan gambar diterima dengan keadaan baik sesuai gambar yang dikirim. Slicing pada pengiriman dan merge pada penerimaan tidak terjadinya perubahan pixel, perubahan gambar dan perubahan posisi slicing saat dilakukan merge pada penerimaan gambar.