



Pengiriman gambar melalui komunikasi radio amatir menggunakan pengkodean Base64

Sofyan Basuki^{1*}, Nur Adny Muhammad², M. Reza Hidayat³, Hajiar Yuliana⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Jenderal Achmad Yani

Jl. Terusan Jenderal Sudirman PO. BOX 148, Cimahi 40531, Indonesia

^{1*}sofyan.basuki@lecture.unjani.ac.id, ²adny.muh@gmail.com, ³mreza@lecture.unjani.ac.id,

⁴hajiar.yuliana@lecture.unjani.ac.id

ABSTRAK

Jika infrastruktur jaringan komunikasi modern tidak bekerja atau mengalami kerusakan, maka diperlukan sistem komunikasi alternatif pengiriman data gambar liputan yang memiliki jangkauan yang luas, mudah diperoleh, bebas lisensi, serta berharga murah. Salah satunya menggunakan teknologi komunikasi radio amatir pada pita frekuensi *ultra high frequency* (UHF). Pada penelitian ini akan dibuat skema pengiriman gambar melalui komunikasi radio amatir. Prinsip kerjanya gambar diubah menjadi suara pada pengirim menggunakan algoritma pengkodean Base64 dan pada penerima menggunakan *spectrogram* untuk mengubah sinyal suara menjadi gambar kembali. Pengujian sistem dilakukan dengan mengukur nilai parameter *structural similarity index* (SSIM), waktu proses *encoding-decoding* terhadap variabel frekuensi, serta pengaruh jarak antara pengirim-penerima terhadap nilai parameter SSIM. Hasilnya menunjukkan waktu proses *encoding* dipengaruhi secara signifikan oleh faktor interval pengambilan titik piksel gambar y dan durasi transmisi gambar d . Kenaikan dimensi gambar tiga kali hanya menaikkan waktu proses *encoding* 40%. Pada proses *decoding*, perbedaan kapasitas gambar dan interval pengambilan piksel gambar tidak mengubah waktu proses secara signifikan. Nilai SSIM terbaik dicapai pada pemilihan faktor y , $d = 5, 20$ dan frekuensi maksimum 6 KHz. Pada sistem yang telah dibuat, pemilihan frekuensi maksimum terbawah 2 KHz dan tertinggi 10 KHz menghasilkan nilai SSIM buruk terutama pada kapasitas gambar yang besar.

Kata kunci: Base64, *decoding*, *encoding*, UHF, *spectrogram*

ABSTRACT

If the modern communication network infrastructure does not work or is damaged, an alternative communication system for sending coverage image data is needed that has a wide range, is easy to obtain, license-free, and is inexpensive. One of them uses amateur radio communication technology in the ultra high frequency (UHF) frequency band. In this study, a scheme for sending images through amateur radio communication will be made. The working principle is that the image is converted into sound at the sender using the Base64 encoding algorithm and at the receiver using a spectrogram to convert the sound signal into an image again. System testing is done by measuring the structural similarity index (SSIM) parameter value, the encoding-decoding process time on the frequency variable, and the effect of the distance between transceiver-receiver on the SSIM parameter value. The results show that the encoding process time is significantly affected by the image pixel point interval factor y and the image transmission duration d . Increasing the image dimensions by three times only increases the encoding process time by 40%. In the decoding process, the difference in image capacity and image pixel capture interval does not change the processing time significantly. The best SSIM value is achieved by selecting a factor of y , $d = 5, 20$ and a maximum frequency of 6 KHz. In the system that has been made, the selection of the lowest maximum frequency of 2 KHz and the highest 10 KHz results in poor SSIM values, especially at large image capacities.

Keywords: Base64, *decoding*, *encoding*, UHF, *spectrogram*

1. PENDAHULUAN

Pengiriman data digital dalam bentuk *file* gambar banyak menggunakan teknologi komunikasi nirkabel seluler generasi terbaru. Tetapi untuk kondisi tertentu misalkan di daerah terpencil atau keadaan darurat bencana dimana infrastruktur telekomunikasi modern tidak bekerja, teknologi

komunikasi radio amatir bisa menjadi alternatif pengiriman suara atau pengiriman *text* bahkan *file* gambar. Teknologi konvensional ini mudah diperoleh, sederhana pengoperasiannya, dan murah. Salah satu bentuk pengembangan radio komunikasi yang dilakukan adalah memanfaatkan jalur pita frekuensi pada radio UHF yang menggunakan tipe modulasi analog untuk pengiriman data digital. Namun, transmisi data melalui saluran radio amatir dibatasi pada kecepatan data yang relatif rendah akibat *bandwidth* kanal frekuensinya yang sempit. Di samping itu, pengiriman data digital melalui transmisi gelombang analog ini memiliki kekurangan dimana rendahnya kualitas komunikasi akibat tingginya derau karena efek *multipath fading*, efek interferensi, dan redaman udara. Meskipun demikian, ada banyak keuntungan yang dapat diperoleh dari penggunaan radio amatir dimana dapat menyediakan media yang mudah diakses untuk komunikasi data. Pada umumnya suatu gambar dengan resolusi yang layak dapat memiliki kapasitas 100 KB sampai 1 MB, sehingga mengirimkan gambar tersebut melalui kanal frekuensi melalui komunikasi radio amatir akan memakan waktu yang sangat lama jika dilakukan tanpa pengkodean data sumber. Oleh karena itu, diusulkanlah penelitian ini untuk membangun sistem yang dapat mengirimkan dan menerima data digital melalui kanal yang terbatas lebar pita frekuensinya maksimum 10 KHz. Dengan menggunakan algoritma *encoding* Base64 sebagai alat pengkode data gambar, maka dimungkinkan konversi gambar ke suara lebih hemat dalam penggunaan pita frekuensi dan transmisinya lebih cepat.

Penggunaan jalur pita radio frekuensi untuk komunikasi data antara lain dilakukan oleh penelitian [1]. Peneliti merancang sistem komunikasi alternatif untuk daerah yang tidak terjangkau jaringan seluler. Sistem ini memanfaatkan *single board computer* tipe Raspberry Pi-3 sebagai pengendali utama komunikasi yang didukung oleh modul WiFi dan modul *radio frequency* (RF). Modul WiFi digunakan sebagai *interface* dengan *smartphone* Android sebagai perangkat pengguna. Modul RF digunakan sebagai perangkat pengirim dan penerima yang mentransmisikan informasi berupa teks ataupun gambar. *Smartphone* Android di sisi pengirim berfungsi sebagai sumber informasi, sementara di sisi penerima berfungsi mengolah dan menampilkan data. Pada penelitian ini tidak dijelaskan frekuensi kerjanya dan mekanisme jenis modulasi yang digunakan pada modul RF, sehingga tidak diketahui batasan sistem akibat penggunaan modul RF tersebut. Pengujian kualitatif terhadap data yang diuji juga tidak disediakan untuk mengetahui kinerja sistem yang dibuat.

Penelitian tentang penggunaan algoritma pengkodean Base64 juga telah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti lain untuk tujuan yang berbeda-beda. Penerapan kombinasi algoritma Base64 dan Rot47 untuk enkripsi *database* pasien telah dilakukan untuk melindungi data agar tidak dapat disalahgunakan [2]. Namun, pada penelitian tersebut peneliti tidak menghadirkan uji kuantitas untuk membuktikan kinerjanya. Penelitian lainnya yang menerapkan penggunaan algoritma Base64 adalah juga telah dilakukan pada [3]. Peneliti membahas mengenai penerapan algoritma kriptografi *Tiny Encryption Algorithm* (TEA) dan Base64 untuk mengamankan *e-mail*. Peneliti mengukur penambahan ukuran *file* setelah enkripsi sebesar 33,29% dan pada proses dekripsi sebesar 25,03%. Penambahan ukuran *file* pada *e-mail* yang dikirimkan tidak akan menjadi kendala jika dilewatkan pada kanal jaringan yang lebar dan bebas gangguan. Jika lebar kanal dibatasi, maka bertambahnya ukuran *file* yang dikirim akan menyebabkan lalu-lintas aliran data menjadi padat dan berpotensi menimbulkan *collision* pada *node-node* jaringan. Kelemahan ini tidak mendukung ide dasar penggunaan kanal komunikasi radio amatir yang terbatas lebar pita frekuensinya untuk pengiriman data dengan kapasitas yang besar. Penelitian berikutnya adalah memanfaatkan algoritma Base64 untuk mengamankan SMS pada *smartphone*. Implementasi ini berhasil dilakukan tetapi tidak membahas tentang implementasi untuk *text* berukuran panjang Data *text* berkapasitas kecil tentu tidak secara signifikan mempengaruhi kinerja sistem walaupun ada penambahan ukuran data hasil pengkodean [4].

Berdasarkan penjelasan keuntungan dan kerugian penelitian-penelitian sebelumnya dalam hubungannya dengan implementasi sistem yang dibuat dalam artikel ini, maka tujuan penelitian yang kami lakukan adalah merancang sistem pengiriman data yang lebih kompleks dibanding data *text* atau *e-mail* yaitu data gambar dengan memanfaatkan teknologi komunikasi konvensional yang memiliki lebar kanal sempit untuk digunakan pada kondisi darurat dimana infrastruktur komunikasi modern tidak dapat beroperasi. Untuk menyediakan uji kualitatif, kami melakukan pengujian nilai *structural similarity index* (SSIM) pada hasil gambar setelah dikirimkan dengan gambar sebelum dikirimkan untuk memperoleh kombinasi pengaturan yang optimum.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Model Citra

Sebuah citra analog baik berwarna ataupun *grayscale* merupakan kesan visual yang dihasilkan oleh sistem saraf penglihatan mata manusia akibat adanya stimulasi cahaya. Persamaan (1) adalah pernyataan matematis sebuah citra terdiri dari sinyal tiga kanal yaitu variabel tak bebas intensitas warna dasar merah I_r , intensitas hijau I_g , dan intensitas biru I_b . Sinyal I_r , I_g , dan I_b pada (1) memiliki 2 dimensi variabel bebas (x,y) [7].

$$S = \begin{bmatrix} I_r(x,y) \\ I_g(x,y) \\ I_b(x,y) \end{bmatrix} \quad (1)$$

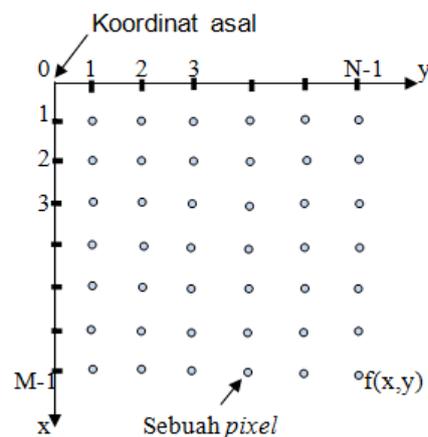
Sinyal S adalah sinyal waktu kontinu (analog) yang diubah menjadi gambar diskrit. Melalui proses sampling gambar analog dibagi menjadi M -baris dan N -kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Pada penelitian awal ini, citra yang akan ditransmisikan masih dalam bentuk citra *grayscale*. Untuk melakukan perubahan suatu gambar berwarna (RGB) menjadi suatu citra *grayscale* (gambar keabuan), metode yang umum digunakan ditunjukkan pada persamaan (2).

$$S_g = \frac{I_r + I_g + I_b}{3} \quad (2)$$

Citra diskrit S_g kemudian dikuantisasi dan dikodekan menjadi sederetan data biner $f(x,y)$ yang secara matematis dapat ditulis dalam bentuk matriks persamaan (3) sebagai berikut [7].

$$f(x,y) = \begin{bmatrix} f(0,0) & f(0,1) & \dots & f(0,N-1) \\ f(1,0) & f(1,1) & \dots & f(1,N-1) \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ f(M-1,0) & f(M-1,1) & \dots & f(M-1,N-1) \end{bmatrix} \quad (3)$$

Gambar 1 menunjukkan koordinat (x,y) dari citra digital pada bidang dua dimensi [7].



Gambar 1. Koordinat citra digital

2.2 Radio Amatir

Alokasi spektrum frekuensi radio di Indonesia mengacu pada tabel alokasi spektrum frekuensi yang dikeluarkan secara resmi oleh *International Telecommunication Union* (ITU) untuk wilayah 3 [9], [10]. Perangkat radio amatir merek Baofeng BF-888s memiliki 16 kanal frekuensi dan bekerja di pita frekuensi UHF 300-3000 MHz ditunjukkan pada Tabel 1 [11].

Tabel 1. Kanal frekuensi Baofeng BF-888s

CH.	TX/RX Freq (MHz)	CTC/DCS ENC DEC	W/N	TX Power
1	462,125	69,3	Wide	High
2	462,225	OFF	Wide	High
3	462,325	OFF	Wide	High
4	462,425	103,5	Wide	High
5	462,525	114,8	Wide	High
6	462,625	127,3	Wide	High
7	462,725	136,5	Wide	High
8	462,825	162,2	Wide	High
9	462,925	D025N	Wide	High
10	463,025	D051N	Wide	High
11	463,125	D125N	Wide	High
12	463,225	D1551	Wide	High
13	463,525	D4651	Wide	High
14	450,225	D023N	Wide	High
15	460,325	OFF	Wide	High
16	469,945	203,5	Wide	High

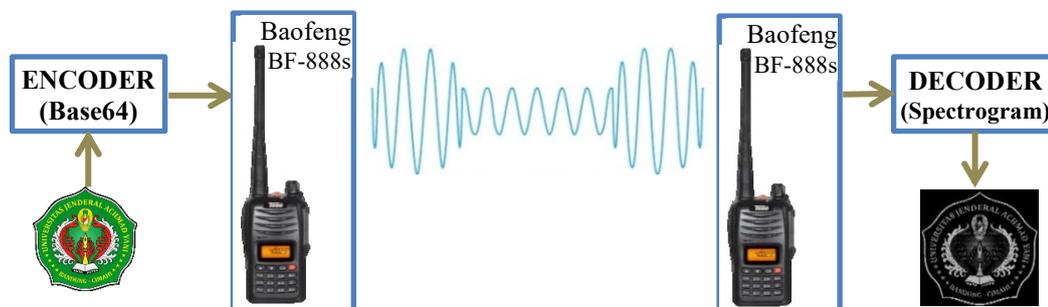
Metode transmisi yang digunakan adalah *half-duplex* yaitu komunikasi antara pengirim dan penerima dapat saling berkomunikasi secara interaktif, tetapi tidak dalam waktu yang bersamaan. Sebelum dipancarkan ke udara bebas, gelombang suara dimodulasi menggunakan *frequency modulation* (FM) tipe *wideband* [11]. Jarak antar kanal radio Baofeng BF-888s adalah 100 KHz dengan spasi antar kanal 12,5 KHz, sehingga *bandwidth* maksimum B setiap kanal adalah 75 KHz. Mode modulasi FM *wideband* mempersyaratkan indeks modulasi $\beta > 1$. Nilai yang umum digunakan $\beta = 2,5$ [12]. Berdasarkan persamaan (4) maka diperoleh f_m maksimum = 10 KHz.

$$B = 2(\beta + 1)f_m \quad (4)$$

Oleh sebab itu, pada penyusunan file “.wav” dalam proses *encoding*, frekuensi maksimum yang digunakan dalam pengujian sistem dipilih pada frekuensi maksimum 2 KHz, 4 KHz, 6 KHz, 8 KHz, dan 10 KHz.

2.2 Rancangan Sistem

Prinsip kerja sistem di Gambar 2 adalah dengan mengubah citra yang berwujud gambar dua dimensi menjadi sinyal suara oleh komputer. Awalnya citra dua dimensi ini diubah menjadi sederetan sinyal digital.



Gambar 2. Diagram blok sistem

Algoritma Base64 mengelompokkan deretan sinyal biner ini setiap 6 bit sedemikian sehingga menjadi sekumpulan $2^6 = 64$ data baru. Ke-64 kombinasi data ini dikonversi menjadi sinyal suara kemudian ditransmisikan ke udara dalam bentuk gelombang elektromagnetik (radio) pada pita

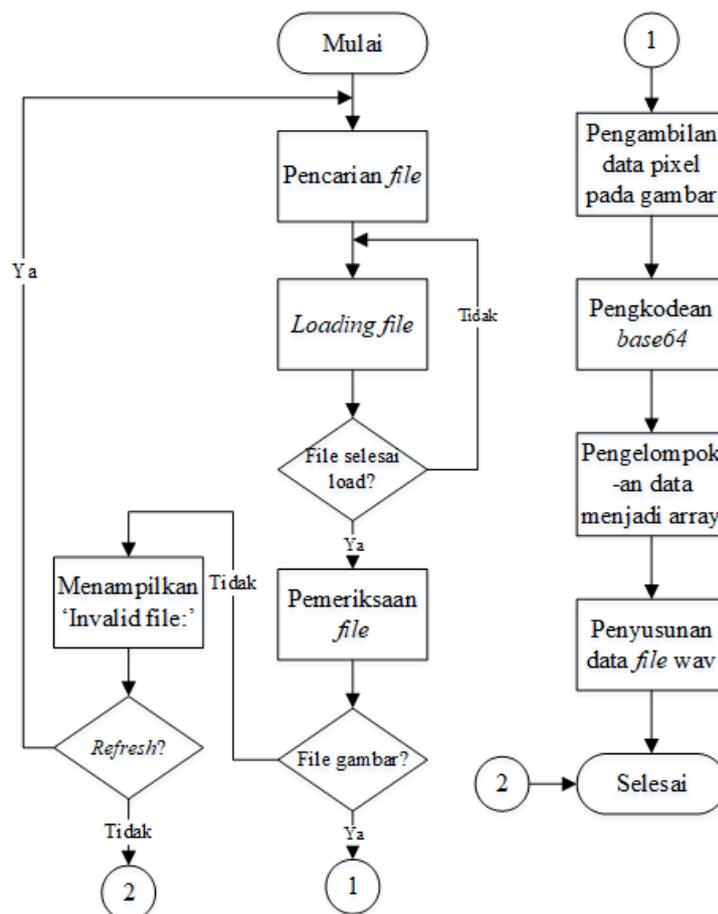
frekuensi UHF oleh perangkat *handy talkie* (HT) merek Baofeng BF-888s. Proses perubahan citra hingga menjadi sinyal suara dilakukan melalui pemrograman *javascript* pada komputer [5], [6].

Di bagian penerima oleh perangkat *handy talkie* yang sejenis dengan di bagian pengirim, gelombang radio yang diterima kemudian diolah menjadi sinyal suara. Sinyal suara ini diubah kembali menjadi data citra menggunakan metode *spectrogram* yang merepresentasikan spektral (warna suara) yang bervariasi terhadap waktu yang menunjukkan tingkat *density* spektral menjadi citra kembali. Proses ini juga dilakukan melalui pemrograman *javascript* pada komputer.

2.3 Diagram Alir

Gambar 3 menjelaskan proses *encoding* yang mengubah data gambar menjadi *file* suara. *Encoder* akan mencari *file* dimanapun lokasi *file* tersebut dipilih. Selanjutnya *file* yang sudah dipilih akan diproses oleh *script* yang berfungsi sebagai *loader*. Setelah *file* di-load dengan benar selanjutnya *file* diterapkan pada *canvas* pada *interface web browser*. Kemudian *file* yang di-input akan diperiksa apakah *file* tersebut merupakan *file* gambar atau bukan. Jika bukan maka akan menampilkan *text* "Invalid file:" pada *web browser*. Selanjutnya *file* gambar tersebut diubah menjadi citra digital.

Pada sistem yang dirancang, tidak semua titik piksel citra digital $f(x,y)$ diambil untuk dikodekan dengan Base64. Hanya titik piksel kolom pertama dan titik berikutnya di sumbu y dengan interval sampling tetap "y" yang akan diproses. Hal ini dilakukan dengan metode yang sama di setiap baris hingga baris ke-M. Dari sampling titik-titik piksel citra terpilih dilakukan penyusunan ulang sinyal digital biner secara berderet kemudian dilakukan pengkodean Base64 [6]. Hasil pengkodean dikelompokkan ke dalam *data array* agar dapat menyimpan banyak data dalam satu variabel. Setiap titik piksel dari citra yang memiliki intensitas yang beragam diubah menjadi suara dengan rentang frekuensi 0 hingga frekuensi maksimum yang di atur secara proporsional sesuai intensitas piksel selanjutnya disatukan menjadi *file* suara berekstensi ".wav".

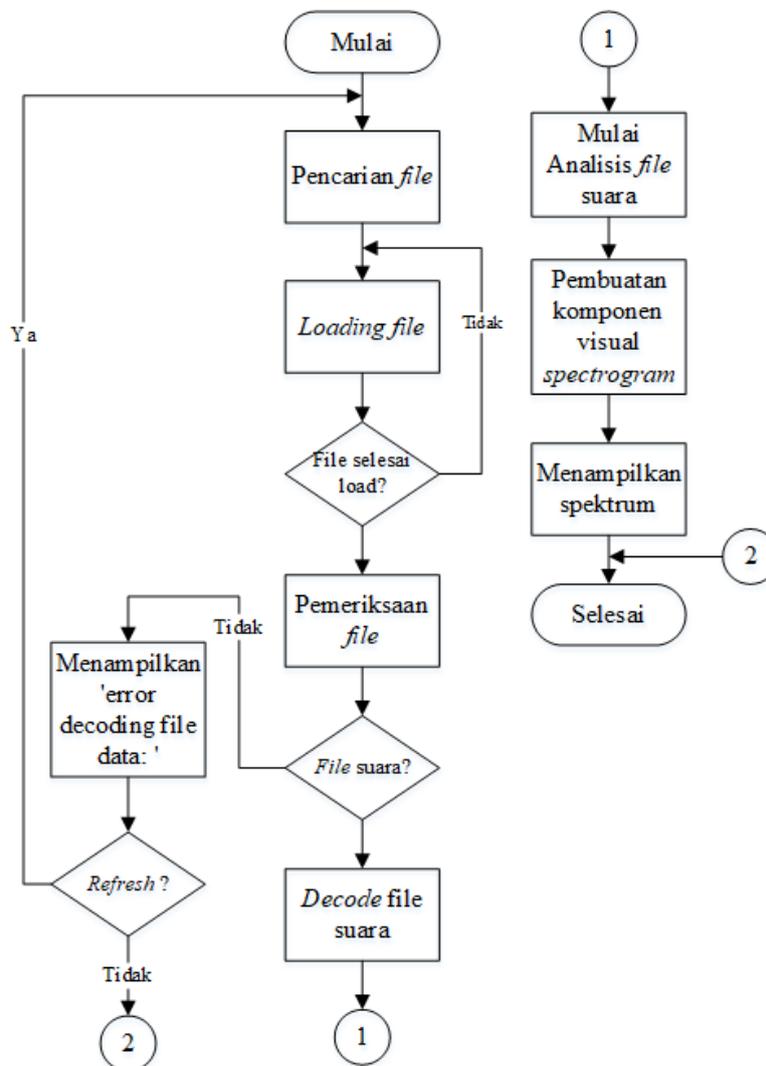


Gambar 3. Diagram alir proses *encoding*

Pada bagian penerima proses *decoding* ditampilkan pada Gambar 4. Keluaran *handy talkie* berupa suara akan dimasukkan ke *decoder*. Suara ini direkam dalam komputer dalam bentuk *file*, kemudian *file* ini akan diperiksa apakah *file* suara atau bukan. Jika bukan, maka akan menampilkan *text* “error decoding file data:” pada *web browser*. Selanjutnya *file* suara yang telah diperiksa, dilakukan *decoding* agar dapat memutar *file* suara tersebut, karena pada *web browser* diharuskan membuat sumber suara untuk *web audio* dari trek *audio* yang dipilih. Namun metode ini hanya berfungsi pada data *file* yang lengkap, bukan fragmen data *file audio*.

Selanjutnya, setelah semua konfigurasi yang dibutuhkan sudah tercantum. Maka dimulai analisis dari spektrum suara tersebut agar spektrum suara dapat digambarkan pada saat visualisasi *spectrogram*. Pembuatan komponen visualisasi *spectrogram* yaitu [8]:

1. Tinggi *spectrogram*: berisi frekuensi minimum dan maksimum pada tampilan *spectrogram* yang sudah diatur pada *script*, namun tinggi maksimum dari tampilan *spectrogram* tersebut bisa juga diatur pada *web browser* dengan pengaturan dari frekuensi 1 KHz sampai 21 KHz.
2. Lebar *spectrogram*: berisi durasi (waktu) dari sebuah *file* suara yang di-*input* ke dalam program, tampilan lebar *spectrogram* ini akan menyesuaikan durasi dari sebuah *file* tersebut dengan sendirinya. Semakin lama durasi transmisi “*d*” dari sebuah *file* suara yang di-*input*, semakin panjang juga tampilan dari lebar *spectrogram*-nya.



Gambar 4. Diagram alir proses *decoding*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

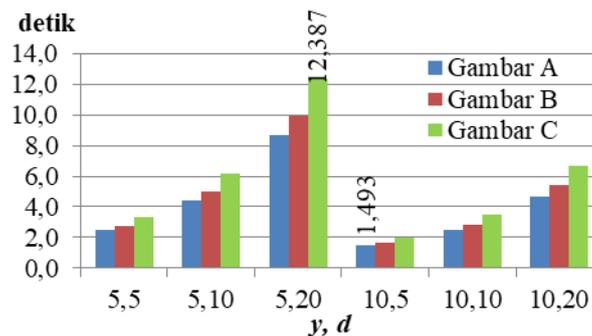
Untuk menguji sistem, peneliti menggunakan tiga gambar seperti pada Gambar 5 dengan ukuran data yang berbeda. Gambar A merupakan gambar dengan kapasitas 394 KB dan memiliki dimensi gambar 600 x 609 piksel, gambar B merupakan gambar dengan kapasitas 592 KB dan memiliki dimensi gambar 1077 x 757 piksel, dan gambar C merupakan gambar dengan kapasitas 696 KB dan memiliki dimensi gambar 1958 x 1403 piksel.



Gambar 5. Sampel gambar pengujian

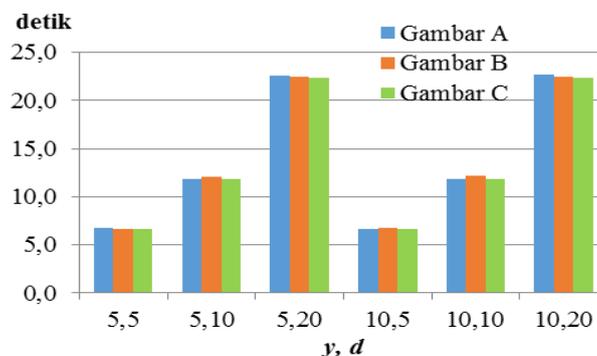
3.1 Pengujian Waktu Proses *Encoding-Decoding*

Grafik waktu proses *encoding* rata-rata untuk seluruh frekuensi maksimum pada gambar A, B, dan C ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik waktu proses *encoding* rata-rata

Waktu proses *encoding* terlama (12,387 detik) adalah gambar C pada faktor $y = 5$, $d = 20$ detik, dan waktu proses *encoding* tercepat (1,493 detik) adalah gambar A pada faktor $y = 10$, $d = 5$ detik. Gambar 6 menunjukkan waktu proses *encoding* sangat dipengaruhi oleh faktor interval sampling pemilihan titik piksel y dan durasi pengiriman *file* suara d . Kapasitas *file* gambar tidak secara proporsional menaikkan waktu proses. Ini dapat dilihat pada perbedaan waktu proses antara gambar A dan gambar C. Kapasitas gambar C dua kali gambar A atau jika dilihat dari dimensi gambar piksel, gambar C hampir tiga kali dari gambar A, tetapi waktu proses hanya meningkat 40% saja.

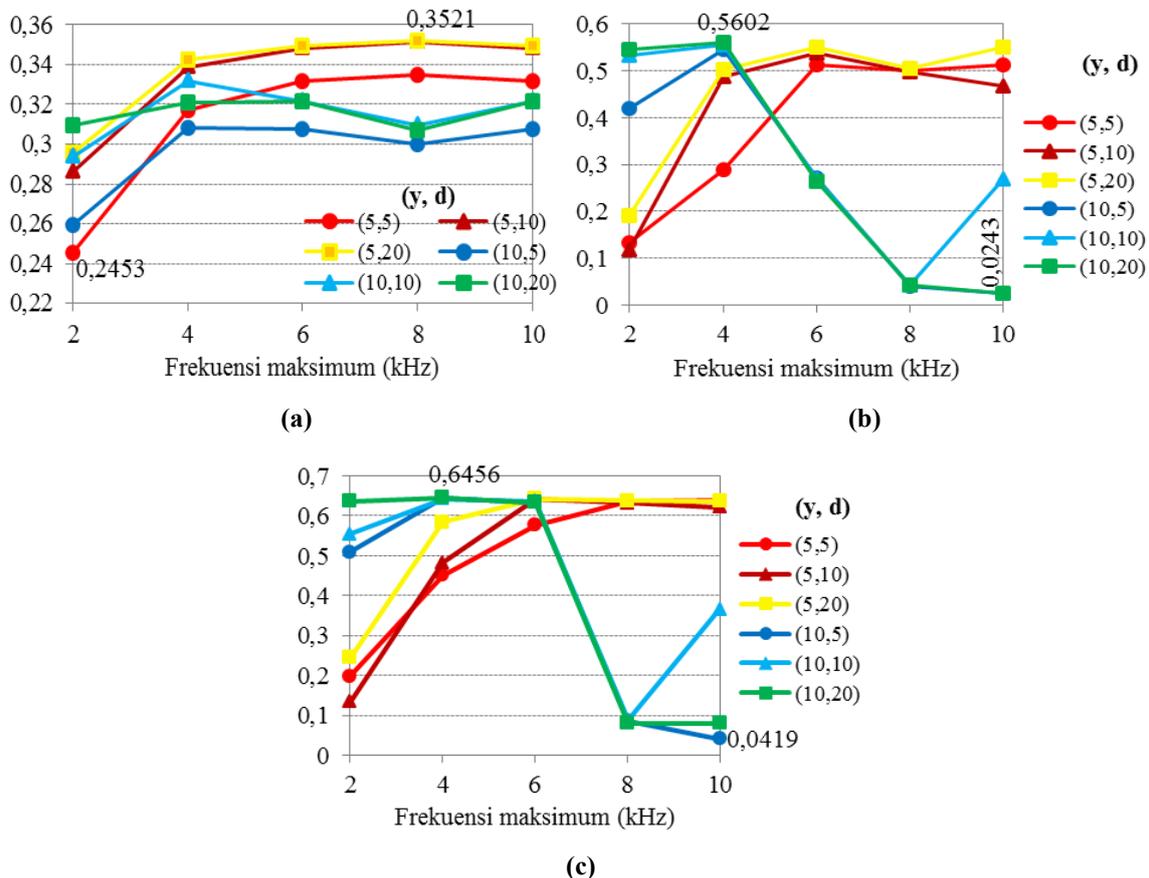


Gambar 7. Grafik waktu proses *decoding* rata-rata

Gambar 7 menunjukkan dimana baik ukuran gambar maupun faktor interval sampling pemilihan titik piksel y tidak mempengaruhi waktu proses *decoding*. Waktu proses *decoding* hanya dipengaruhi oleh durasi pengiriman file suara d .

3.2 Pengujian SSIM

SSIM adalah suatu metode yang digunakan untuk mengukur tingkat kesamaan antara dua gambar. Dua gambar dikatakan sama identik jika nilai SSIM kedua gambar tersebut sama dengan 1.



Gambar 8. Hasil pengujian SSIM: (a) gambar A, (b) gambar B, (c) gambar C

Gambar 8(a) adalah pengukuran SSIM gambar A yang menghasilkan nilai tertinggi 0,3521 pada faktor $y = 5$, $d = 20$, dan frekuensi maksimum 8 KHz. Nilai SSIM terendah 0,2453 dihasilkan pada faktor $y = 5$, $d = 5$ detik, dan frekuensi maksimum 2 KHz. Nilai SSIM yang tinggi bisa dicapai dengan memilih faktor y yang kecil walaupun akan meningkatkan jumlah titik piksel citra yang di sampling sehingga waktu proses juga meningkat. Nilai durasi pengiriman *file* suara yang kecil $d = 5$ detik menyebabkan nilai SSIM memburuk karena penerima memiliki waktu yang lebih singkat untuk mengenali perbedaan frekuensi sinyal suara yang mewakili titik-titik piksel. Frekuensi maksimum yang kecil yaitu 2 KHz menghasilkan SSIM yang buruk juga karena jarak antar frekuensi yang mewakili perbedaan intensitas titik piksel semakin sempit, sehingga sinyal suara tidak dapat dikonversi dengan *spectrogram* menjadi gambar yang lebih baik.

Gambar 8(b) menunjukkan pengukuran SSIM gambar B dengan nilai tertinggi 0,5602 pada faktor $y = 10$, $d = 10$, dan frekuensi maksimum 4 KHz. Nilai SSIM terendah 0,0243 dihasilkan pada faktor $y = 10$, $d = 5$ detik, dan frekuensi maksimum 10 KHz. Nilai SSIM gambar B terutama pada faktor $y = 10$ untuk semua durasi d dan frekuensi maksimum 8 KHz dan 10 KHz sangat buruk. Ini disebabkan oleh tipe gambar yang banyak ruang kosong menghasilkan intensitas titik piksel tertinggi, disamping itu dengan faktor $y = 10$ menyebabkan kurangnya data sampling gambar yang membawa informasi utama dari gambar B.

Gambar 8(c) menunjukkan pengukuran SSIM gambar C yang menghasilkan nilai SSIM tertinggi 0,6456 pada faktor $y = 10$, $d = 20$, dan frekuensi maksimum 4 KHz. Nilai SSIM terendah 0,0419 dihasilkan pada faktor $y = 10$, $d = 5$, dan frekuensi maksimum 10 KHz. Nilai SSIM baik gambar B dan gambar C yang rendah di frekuensi 2 KHz terutama pada faktor $y = 5$ disebabkan oleh jangkauan frekuensi 2 KHz yang lebih sedikit harus mewakili jumlah sampling titik piksel gambar yang dua kali lebih banyak sehingga kualitas hasil *decoding* semakin buruk. Sedangkan rendahnya nilai SSIM pada faktor $y = 10$ dan frekuensi maksimum 8 KHz dan 10 KHz, banyak informasi titik piksel kosong (warna putih) diwakili oleh frekuensi tertinggi dari jangkauan 8 KHz atau 10 KHz. Pada frekuensi tertinggi f_m tersebut, hasil modulasi FM dari perangkat HT Baofeng berada di pita terluarnya yang menghasilkan kualitas transmisi radio paling buruk dibanding di frekuensi dekat dengan frekuensi pembawa di setiap kanalnya.

Gambar 9 adalah perbandingan gambar sebelum dan setelah proses *encoding* pada nilai SSIM tertinggi dan Gambar 10 untuk nilai SSIM terendah.



Gambar 9. Hasil pengujian SSIM tertinggi: (a) gambar C sebelum proses *encoding*, (b) gambar C setelah proses *encoding*



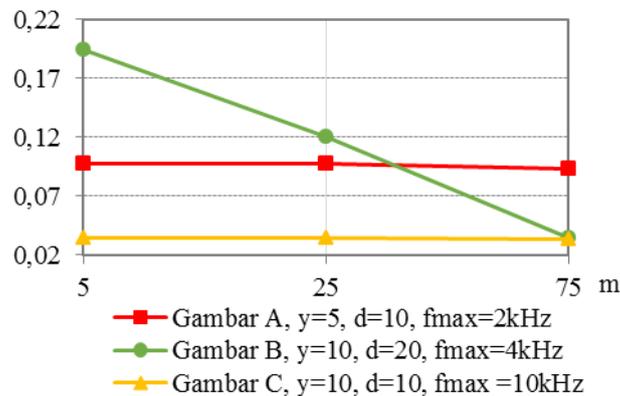
Gambar 10. Hasil pengujian SSIM terendah: (a) gambar B sebelum proses *encoding*, (b) gambar B setelah proses *encoding*

Apabila dilihat berdasarkan pengamatan mata telanjang, gambar C setelah proses *encoding* memiliki persamaan dengan gambar aslinya dibandingkan dengan hasil *encoding* gambar B. Pengukuran SSIM gambar C di Gambar 9 dilakukan pada faktor $y = 10$, $d = 20$, dan frekuensi maksimum 4 KHz yaitu 0,6456. Nilai ini adalah nilai tertinggi pada seluruh percobaan. Nilai SSIM tersebut jauh di bawah angka 1, karena di sisi *decoder* sinyal yang diterima pada *spectrogram* dalam bentuk gambar *grayscale*, sedangkan gambar aslinya adalah gambar berwarna.

3.3 Pengujian Pengaruh Jarak

Grafik pengukuran SSIM pada pengukuran jarak transmisi ditunjukkan pada Gambar 11. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin jauh jarak transmisi, maka semakin kecil pula nilai SSIM dari gambar tersebut. Spesifikasi perangkat HT Baofeng BF-888s memiliki jangkauan hingga 1 Km dalam kondisi transmisi tanpa halangan untuk komunikasi suara. Pada penelitian ini, kondisinya sangat berbeda karena informasi yang dibawa oleh sinyal suara adalah citra digital yang sudah melalui proses *encoding*. Pada pengukuran untuk jarak 5 m, masing-masing terminal berada di ruangan yang

terhalang tembok pemisah di dalam gedung. Sedangkan pengukuran di jarak lainnya, perangkat HT pengirim berada di dalam ruangan dan HT penerima berada di luar ruangan yang selain terhalang tembok gedung juga obyek pepohonan dan obyek lainnya. Ini menyebabkan nilai SSIM rendah.



Gambar 11. SSIM pada pengukuran jarak transmisi

4. KESIMPULAN

Waktu proses *encoding* menggunakan algoritma Base64 sangat dipengaruhi oleh faktor interval sampling pemilihan titik piksel y dan durasi pengiriman file suara d . Dimensi file gambar tiga kali menaikkan waktu proses 40%. Baik dimensi gambar maupun faktor y tidak mempengaruhi waktu proses *decoding* menggunakan *spectrogram*. Waktu proses *decoding* hanya dipengaruhi oleh durasi pengiriman file suara d . Jika dirata-rata untuk seluruh frekuensi maksimum, nilai SSIM terbaik untuk seluruh gambar diperoleh pada pemilihan faktor y , $d = 5$, 20 dan frekuensi maksimum 6 KHz. Penelitian dapat dilanjutkan dengan melakukan *encoding* gambar berwarna dan mengukur parameter kinerja lainnya misalkan *peak signal to ratio* (PSNR) dan *bit error rate* (BER) karena berhubungan dengan transmisi sinyal elektromagnetik melalui udara bebas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada LPPM Universitas Jenderal Achmad Yani yang telah memberikan pendanaan atau fasilitas atas hibah internal penelitian kompetitif Unjani 2020 sehingga terlaksananya penelitian ini.

REFERENSI

- [1] G. Megiyanto R., Slameta, and M. Abdurrahim, "Sistem Komunikasi Data Melalui Jaringan RF untuk Daerah Tidak Terjangkau Jaringan GSM," *Jurnal Teknologi Rekayasa (JTERA)*, vol. 5, no. 1, pp. 53-62, 2020.
- [2] R. Aulia, A. Zakir, and D. Agung, "Penerapan Kombinasi Algoritma Base64 Dan Rot47 Untuk Enkripsi Database Pasien Rumah Sakit Jiwa Prof. Dr. Muhammad Ildrem," *Jurnal Nasional Informatika dan Teknologi Jaringan (InfoTekJar)*, vol. 2, no. 2, pp. 146-151, 2018.
- [3] S. Siswanto, M. Anif, and W. Gata., "Penerapan Algoritma Kriptografi Tea Dan Base64 Untuk Mengamankan Email," *Jurnal Teknik Elektro, Teknologi Informasi dan Komputer (ELTIKOM)*, vol. 2, no. 1, pp. 34-41, 2018.
- [4] R. Minarni, "Implementasi Algoritma Base64 untuk Mengamankan SMS pada Smartphone," *Building Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 1, no. 1, pp. 28-33, 2019.
- [5] J. Enterprise, *Otodidak Pemrograman Javascript*, Indonesia: Elex Media Komputindo, 2017.
- [6] I. Sumartono, A. P. U. Siahaan, A. Arpan, "Base64 Character Encoding and Decoding Modeling," *International Journal of Recent Trends in Engineering & Research (IJRTER)*, vol. 02, no. 12, pp. 63-68, 2016.
- [7] R. Munir, *Pengolahan Citra Digital Dengan Pendekatan Algoritmik*, Bandung: Informatika, 2004.
- [8] J. Li and X. Zhang, "Direct Speech-to-Image Translation," *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing*, vol. 14, no. 3, pp. 517-529, 2020.
- [9] Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, "Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 13 tentang Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Indonesia," 2018.

- [10] Menteri Komunikasi dan Informatika Republik Indonesia, “Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 17 tentang Kegiatan Amatir Radio dan Komunikasi Radio Antar Penduduk,” 2018.
- [11] (2020) The Baofeng website. [Online]. Available: https://baofengtech.com/wp-content/uploads/2020/09/BF888s_Manual.pdf
- [12] S. Haykin, *Communication Systems, 4th edition*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2000.

