

Sistem Komunikasi Data Gambar dengan Konversi Berbasis Visual Basic 6.0 dan Modem Frequency Shift Keying untuk Komunikasi Darurat

Yunan Puspaning Masna¹, Rizqa Nur Ananti², Indriana Alpisa Alamanda³,
Teddi Hariyanto⁴, Rahmawati Hasanah⁵

^{1,2,3,4,5}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail : yunan.puspaning.tcom417@polban.ac.id

²E-mail : rizqa.nur.tkom418@polban.ac.id

³E-mail : Indriana.alpisa.tkom418@polban.ac.id

⁴E-mail : teddi.hariyanto@polban.ac.id

⁵E-mail : rahmawati@polban.ac.id

ABSTRAK

Komunikasi sangat dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, terlebih pada kondisi darurat. Komunikasi menggunakan jaringan internet memungkinkan pengiriman data jarak jauh dengan kualitas yang baik. Namun, jaringan internet tidak selalu tersedia, bahkan masih belum tersedia di beberapa daerah terpencil yang sulit dijangkau. Untuk mengatasi masalah tersebut, dibuat sistem yang dapat mengirimkan informasi jarak jauh dengan koneksi internet kecepatan rendah. Sistem terdiri dari aplikasi berbasis Visual Basic 6 untuk pengolahan gambar dengan format .jpg yang terintegrasi dengan modem *Frequency Shift Keying* (FSK) TCM3105 dengan *baudrate* 1200 bps dan modul *Wi-Fi* ESP8266 yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz. Pada sisi pengirim, data gambar dikonversi ke karakter ASCII. Karakter yang telah dikonversi dikirimkan ke ESP8266 untuk diproses dan diteruskan ke modem dan radio *transceiver*. Pada sisi penerima, data diproses oleh sistem yang sama untuk mendapatkan gambar aslinya. Dari sistem yang dibuat, terdapat keterbatasan ukuran *file* gambar yang dapat diproses oleh sistem, yaitu di bawah 10 kB dengan waktu tercepat yang diperlukan sekitar 10 menit untuk ukuran *file* 0.526 kB. Hal ini dikarenakan masih ada kesalahan pembacaan data, sehingga aplikasi belum mampu mendapatkan data gambar kembali seperti semula. Meskipun demikian, sistem dapat dibenahi dan dikembangkan sehingga sistem dapat dijadikan sebagai alternatif komunikasi jarak jauh dan darurat.

Kata Kunci

ESP8266, *Frequency Shift Keying*, Konversi Gambar, IC TCM3105, Visual Basic

1. PENDAHULUAN

Komunikasi [1] memegang peran penting hampir di setiap kegiatan yang dilakukan oleh manusia, khususnya komunikasi jarak jauh. Perkembangan dunia telekomunikasi memberikan manfaat yang sangat besar untuk kehidupan sehari-hari. Salah satu perkembangan telekomunikasi yang sering dijumpai yaitu pemanfaatan jaringan internet. Komunikasi menggunakan teknologi internet hampir menjadi kebutuhan primer setiap orang di Indonesia. Perkembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) [2] yang pesat menyebabkan perubahan pola sistem jaringan menjadi semakin efisien.

Dari Badan Pusat Statistik [3], dalam 5 tahun terakhir penduduk Indonesia semakin banyak mengakses jaringan internet. Kenaikan tersebut dapat dilihat dari persentase pengguna internet pada tahun 2015 sekitar 21.98 persen menjadi 47.69 persen pada tahun 2019. Hal ini karena jaringan internet memungkinkan pengiriman data yang sangat cepat dengan kualitas yang baik. Namun, masih banyak wilayah di Indonesia yang belum terjangkau oleh jaringan internet yang memadai. Untuk itu diperlukan media komunikasi yang bisa

dijadikan alternatif agar masyarakat di wilayah tersebut dapat saling berkomunikasi.

Untuk mengatasi hal tersebut, maka dirancanglah sistem komunikasi data khususnya pengiriman gambar yang dapat dilakukan dengan sistem yang sederhana, yaitu dengan memanfaatkan modem *Frequency Shift Keying* dan radio *transceiver*. Sistem ini dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan jarak yang jauh. Kini, banyak instansi yang sedang mengembangkan sistem tanggap darurat bencana [4] sehingga sistem juga dapat diterapkan dalam kondisi darurat, seperti bencana alam. Dari hal tersebut, pertukaran informasi akan lebih mudah, khususnya saat koneksi internet kurang memadai.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Citra Digital

Citra [5] merupakan representasi dua dimensi dari bentuk-bentuk fisik nyata tiga dimensi. Awal mula terbentuknya suatu citra adalah ketika sumber cahaya menerangi suatu objek. Objek tersebut memantulkan

kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut, dan ditangkap oleh alat-alat optik seperti mata manusia, pemindai, kamera, dan lainnya.

Setiap piksel hanya bisa menjadi satu warna dalam satu waktu. Namun, karena ukurannya sangat kecil, piksel sering kali menyatu untuk membentuk berbagai perpaduan warna. Jumlah warna setiap piksel dapat ditentukan oleh jumlah bit yang digunakan untuk mewakilinya. Misalnya, warna 8-bit memungkinkan untuk menampilkan 2^8 atau 256 warna. Namun, semakin banyak perpaduan warna, semakin halus juga suatu citra dan piksel-piksel tersebut semakin tidak terlihat. Gambar 1 menunjukkan foto dengan perbandingan resolusi dan jumlah piksel.



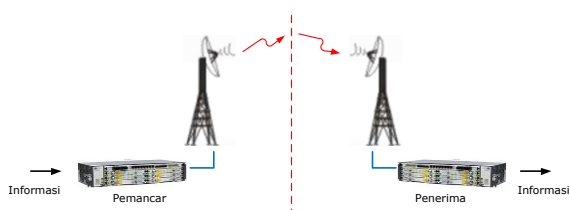
Gambar 1. Pixel dan Resolusi

(<https://www.desainku.info/>)

Selain piksel, dikenal juga istilah resolusi. Resolusi merupakan jumlah piksel yang ada di setiap daerahnya yang menentukan kualitas gambar. Ketika gambar diperbesar, resolusi gambar akan menjadi kecil dan menjadi tidak tajam. Jika resolusi gambar semakin tinggi, maka semakin tinggi pula kemampuan dalam perbesaran gambarnya.

2.2 Komunikasi Radio

Komunikasi radio [6] adalah komunikasi yang dilakukan tanpa kabel yang merambatkan gelombang radio sebagai sinyal pembawa melalui media udara dari pengirim ke penerima. Gambar 2 menyatakan blok diagram dari sistem komunikasi radio secara umum.



Gambar 2. Blok Diagram Komunikasi Radio

(Buku Sistem Komunikasi Radio & Laboratorium)

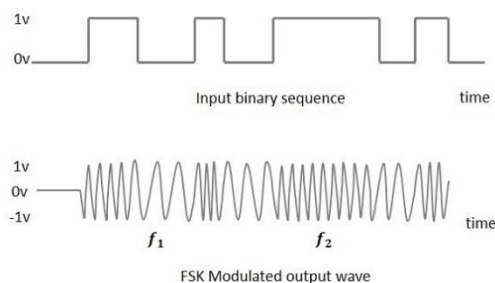
Bagian umum dari sistem ini terdiri dari dua bagian, yaitu pemancar dan penerima. Pada bagian pemancar terdapat modulator dan antena pemancar, sedangkan pada bagian penerima terdapat antena penerima dan demodulator. Fungsi modulator yaitu memodulasi atau mengubah sinyal informasi menjadi sinyal dalam bentuk digital yang akan dipancarkan oleh antena pemancar. Sinyal yang dipancarkan tersebut akan diterima oleh antena penerima. Kemudian sinyal tersebut diteruskan

ke bagian demodulator untuk didemodulasi atau diubah kembali menjadi sinyal informasi.

Radio SSB bekerja dengan prinsip propagasi gelombang elektromagnetik, yang mana gelombang akan dipantulkan oleh lapisan ionosfer. Atmosfer berfungsi sebagai *repeater* alami. Lapisan ionosfer memiliki sifat yang dapat memantulkan gelombang elektromagnetik. Dengan bantuan ionosfer, maka jangkauan komunikasi radio dapat mencapai jarak yang sangat jauh. Pada perancangan kali ini akan memanfaatkan radio *transceiver Handy Talky* sebagai alternatif dari radio *Single-Side Band* atau SSB [7].

2.3 Frequency Shift Keying (FSK)

Frequency Shift Keying [8] merupakan suatu teknik modulasi yang mana frekuensi keluaran dari modulator diubah-ubah sesuai dengan data digital sinyal masukannya, sementara amplitudo maksimum dan fasa tetap konstan. Data digital sinyal masukan terdiri dari logika 1 dan 0, yang direpresentasikan dengan suatu nilai tegangan dengan frekuensi yang berdekatan dengan frekuensi sinyal pembawa (f_c). Gambar 3 menampilkan sinyal FSK yang termodulasi sesuai dengan sinyal masukannya. Saat sinyal masukan direpresentasikan sebagai logika 1, maka frekuensi FSK sebesar f_2 atau biasa disebut *mark*, sedangkan untuk logika 0, frekuensi FSK sebesar f_1 atau biasa disebut dengan *space*.



Gambar 3. Teknik Modulasi FSK
(www.tutorialsinfo.com)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Konsep Sistem

Rangkaian sistem yang akan dibuat kali ini memiliki prinsip komunikasi secara dua arah bergantian atau *half-duplex*. Sistem ini memiliki perangkat lunak dan juga perangkat keras yang digunakan terdiri dari komputer atau laptop yang terhubung dengan *handphone* dan Modem FSK. Untuk *handphone* dan komputer sudah memiliki modul *Wi-Fi* yang dipasang di setiap perangkatnya, sedangkan untuk *Wi-Fi* yang digunakan dari komputer ke modem menggunakan modul *Wi-Fi ESP8266*.

Dalam sistem ini, pengguna dapat mengirimkan foto atau gambar apapun yang ingin dikirimkan ke penerima lewat komputer atau laptop. Dari *handphone*, foto atau gambar ditransfer dengan koneksi nirkabel *Wi-Fi* ke

komputer. Dalam komputer, foto atau gambar tersebut akan diproses hingga bisa dikirimkan ke modem yang juga memanfaatkan koneksi nirkabel. Setelah itu, dengan menggunakan radio *transceiver* data gambar dapat dikirimkan ke sisi penerima. Pada sisi penerima, data akan didemodulasi dan diolah kembali oleh *software* pada laptop untuk melihat gambar yang dikirimkan. Ilustrasi sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2. Ilustrasi Sistem Secara Keseluruhan

(Sumber: 1. Vectorstock.com/22546890; keseluruhan dibuat di canva.com)

3.2 Perancangan Blok Diagram

Untuk merealisasikan konsep sistem menjadi sebuah skema yang lengkap digunakan skema sistem komunikasi data dengan tambahan aplikasi atau perangkat lunak pada sebuah komputer. Aplikasi ini akan memuat gambar atau foto yang akan dikodekan sebelum dikirimkan, dan di sisi penerima akan dikodekan kembali hingga menjadi gambar. Aplikasi pada komputer ini direncanakan memuat beberapa fitur, yaitu pengiriman gambar, penerimaan gambar, dan pengecekan koneksi. Untuk mengirimkan maupun menerima data tersebut, akan digunakan teknik modulasi dan demodulasi FSK. Gambar 5 memuat blok diagram dari sistem pada sisi pengirim, sedangkan Gambar 6 memuat blok diagram sistem dari sisi penerima.



Gambar 3. Blok Diagram Pengirim



Gambar 4. Blok Diagram Penerima

Bagian modem FSK ini memiliki IC utama yaitu TCM3105, yang mana setiap pinnya akan diberi komponen tambahan seperti kapasitor, resistor, osilator kristal, dan lain sebagainya. Rangkaian modem ini akan disimulasikan terlebih dahulu sebelum direalisasikan. Kemudian, data dari komputer ke modem akan dikirimkan melalui koneksi jaringan nirkabel, yang mana modem akan diintegrasikan dengan sebuah modul *Wi-Fi* ESP8266. Modul akan membaca data yang dikirim dari aplikasi ataupun data yang akan diterima oleh aplikasi. Untuk memancarkan data dari pengirim ke penerima, akan digunakan radio HT yang terhubung langsung dengan modem FSK.

3.3 Perancangan dan Realisasi Perangkat Keras

3.3.1 Perancangan

Berikut ini adalah pembahasan spesifikasi komponen beserta perhitungan nilai komponen yang digunakan untuk bagian modem FSK.

A. Clock Frequency

kecepatan sebesar 1200 bps. Dari *datasheet* TCM3105, pin 12 dan 13 (TXR) harus dihubungkan ke *ground*, dengan catu daya untuk IC tersebut sebesar 5 V. Selain itu, *frequency clock* (f_{clock}) yang digunakan adalah sekitar 16 kali dari *baudrate*. Maka, nilai f_{clock} adalah:

$$f_{clock} = 16 \times 1200 = 19200 \text{ Hz} \quad (1)$$

Dari *datasheet* juga diperoleh besar nilai f_{clock} dengan kecepatan 1200 bps adalah 19.11 KHz dengan kristal eksternal 4.4336 MHz yang besarnya sebesar 16 kali dari *baudrate*. Bagian kristal eksternal ini dihubungkan ke pin 15 dan 16 (OSC) dengan penambahan kapasitor paralel agar rangkaian tetap stabil.

B. Modulator

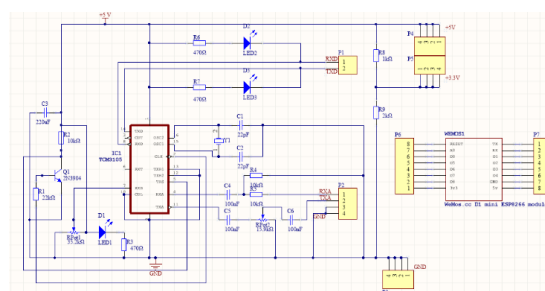
Pada modulator, untuk menghasilkan sinyal sinusoidal dengan nilai frekuensi yang diinginkan, masukan analog (TXA) atau pin 13 harus dihubungkan ke sebuah *high pass filter* (HPF) agar frekuensi tinggi dari *cut-off frequency* atau f_c dapat dilewatkan dengan baik.

Sinyal keluaran dari pin 11 (TXA) akan berbentuk sinusoidal dengan frekuensi yang bergantung pada pin 14 (TXD). Jika pin 14 berlogika *high*, maka frekuensinya akan sekitar 1200 Hz, sedangkan jika pin 14 berlogika *low*, maka frekuensinya akan sekitar 2200 Hz. Selain itu, terdapat juga kapasitor C6 dan C4 pada Gambar 7 merupakan kapasitor *coupling* untuk menolak level tegangan DC dan hanya melewatkan level tegangan AC.

C. Demodulator

Pada demodulator, nilai tegangan harus diatur berdasarkan *bit rate* dari sinyal atau data yang diterima yang berasal dari modulator. Dari *datasheet* diperoleh informasi bahwa pin 7 (RXB) membutuhkan tegangan masukan sekitar 2.7 V. Level tegangan tersebut dapat diperoleh dengan rangkaian pembagi tegangan.

Gambar 7 merupakan skema dari sistem yang akan direalisasikan.



Gambar 5. Skema Sistem

Selain modem FSK, terdapat juga sebuah modul *Wi-Fi*. Modul ini digunakan untuk mengirim data gambar dari aplikasi pada komputer ke rangkaian modem FSK. Modul ini diprogram agar bisa mengolah data berupa karakter ASCII dari gambar yang sudah dikodekan maupun akan dikodekan kembali. Untuk dapat bekerja, modul ini diberi catu daya sebesar +3.3 Volt. Jika tegangan kurang dari +3.3 Volt, maka modul tidak akan beroperasi dengan baik, sedangkan jika tegangan lebih dari +5 Volt, maka modul dapat mengalami kerusakan. Pin yang digunakan sebagai pengirim data biner yaitu GPIO4 atau D2, sedangkan pin untuk membaca data biner yaitu GPIO2 atau D4.

3.3.2 Realisasi

Skema modem FSK yang terintegrasi dengan modul *Wi-Fi* direalisasikan dalam bentuk PCB. Pembuatan *layout* PCB menggunakan aplikasi *Altium Designer*. Modem FSK dengan modul *Wi-Fi* berada dalam satu papan PCB yang sama. Setelah dipastikan setiap jalur dan komponen saling terhubung dengan benar, *layout* sudah siap untuk dicetak agar rangkaian lebih kokoh saat digunakan. PCB dicetak sebanyak dua buah karena rangkaian sisi pengirim maupun penerima sama persis.

Setelah *layout* dicetak, komponen yang digunakan dipasang atau dirakit pada PCB tersebut. Komponen yang dirakit dipastikan sudah sesuai dengan skema yang sudah dibuat sebelumnya. Hasil perakitan komponen pada PCB dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Hasil Perakitan Komponen

Selain itu, komponen juga ditempatkan pada sebuah *box* berukuran 18 cm x 11 cm x 6 cm. Kemasan ini dilubangi bagian sampingnya untuk *connector* radio HT dan untuk catu daya rangkaian. Kemasan dilengkapi sekrup di bagian penutupnya agar rangkaian terjaga dengan baik. Wujud dari kemasan yang berisi komponen dapat dilihat pada Gambar 9.

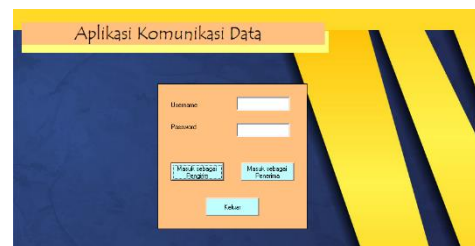


Gambar 7. Realisasi Kemasan Alat

3.4 Perancangan dan Implementasi Perangkat Lunak

A. Aplikasi Komunikasi Data

Untuk dapat melakukan komunikasi, dibuat fitur-fitur pada aplikasi yang terbagi menjadi tiga buah *form* atau halaman, yaitu halaman *login* yang terintegrasi dengan halaman pengirim dan halaman penerima. Sebelum melakukan pemilihan gambar yang akan dikirimkan pada halaman pengirim, pengguna diminta memasukkan data seperti *username* dan *password* pada *form login* terlebih dahulu. Gambar 10 menunjukkan tampilan untuk *form login*.



Gambar 8. Tampilan Halaman Login

Saat pengguna memasukkan *username* dan *password* yang sesuai, pengguna dapat mengeklik tombol 'Masuk sebagai Pengirim' atau 'Masuk sebagai Penerima' untuk mengakses bagian halaman utama pengirim atau penerima.

Jika pengguna mengeklik tombol 'Masuk sebagai Pengirim', maka *form* atau halaman yang akan ditampilkan seperti pada Gambar 11 berikut.



Gambar 9. Tampilan Halaman Pengirim

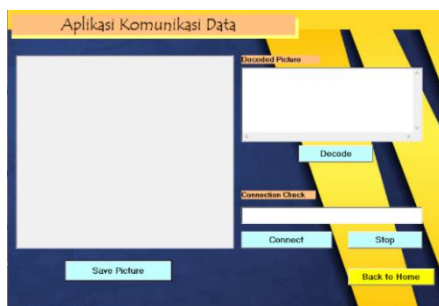
Dalam halaman pengirim, terdapat tombol atau *button* 'Select a Picture' yang digunakan untuk memilih foto atau gambar yang sebelumnya sudah dikirimkan ke komputer. Setelah itu, gambar akan dimuat dalam sebuah *PictureBox* beserta dengan nama *file* dari gambar tersebut pada *textbox* di bawah label 'File Name'.

Sebelum gambar dikirimkan, pengguna harus mengeklik *button* 'Encode' untuk mengubah gambar menjadi karakter ASCII. Hasil pengkodean akan ditampilkan pada *textbox* yang berada di bawah label 'Encoded Picture'. Selain pengkodean gambar, aplikasi dan

modul *Wi-Fi* harus berada dalam jaringan yang sama agar dapat bertukar data. Pengguna dapat mengeklik *button* 'Connect' untuk menghubungkan aplikasi dengan modul *Wi-Fi*, dan *button* 'Stop' untuk menutup atau memutuskan koneksi dengan modul *Wi-Fi*. Terhubung atau tidaknya aplikasi dengan modul *Wi-Fi* dapat dilihat keterangannya pada *textbox* di bawah label 'Connection Check'.

Jika pengguna sudah selesai menggunakan fitur-fitur yang ada di aplikasi tersebut ataupun ingin keluar dari halaman tersebut, pengguna dapat mengeklik *button* 'Back to Home' untuk kembali ke halaman login, atau mengeklik tanda 'x' yang berada di pojok kanan atas dari jendela aplikasi tersebut.

Gambar 12 merupakan tampilan halaman penerima pada aplikasi komunikasi data. Sama halnya dengan halaman pengirim, halaman penerima memiliki fitur yang hampir sama. Perbedaan terletak pada *button* 'Decode' yang digunakan untuk mengkonversi karakter ASCII yang diterima ke gambar. *PictureBox* akan memuat gambar hasil proses konversi karakter ASCII yang mana idealnya sama dengan gambar yang dikirimkan.



Gambar 10. Tampilan Halaman Penerima

B. Modul *Wi-Fi*

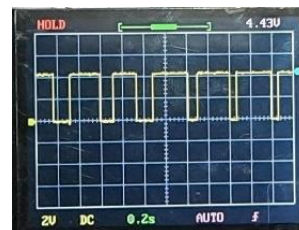
Modul *Wi-Fi* digunakan sebagai penghubung antara aplikasi komunikasi data dengan modem FSK. Di sisi pengirim, modul akan membaca data dari aplikasi berupa karakter ASCII. Setelah itu, data akan diubah ke logika 1 dan 0 untuk diteruskan ke modem FSK. Sementara itu, di sisi penerima modul akan membaca data dari modem FSK berupa data biner. Data biner tersebut akan diubah ke karakter ASCII. Karakter ASCII disini adalah karakter yang termasuk base64 yaitu karakter A-Z, a-z, 0-9, + dan /. Setelah data biner diubah menjadi karakter tersebut, data dikirimkan melalui jaringan *Wi-Fi* ke aplikasi komunikasi data untuk dikodekan kembali menjadi gambar.

4. HASIL PENGUJIAN

Setelah melakukan perancangan dan realisasi dari sistem, dilakukan pengujian terhadap setiap komponen sistem dan juga secara keseluruhan. Berikut ini adalah hasil pengujian dari rangkaian modem FSK.

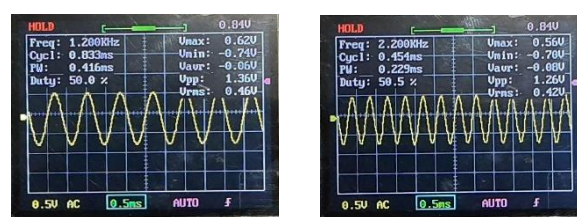
Pengujian modem FSK dilakukan untuk memeriksa setiap sinyal yang diolah oleh rangkaian ini sesuai dengan perancangan. Diberikan masukan sinyal digital

berupa variasi bit 1 dan 0 secara bergantian dari mikrokontroler. Berikut ini adalah hasil pengamatan sinyal pada keluaran demodulator (RXD) pada Gambar 13.



Gambar 11. Sinyal Keluaran Demodulator

Sinyal masukan demodulator dan keluaran modulator (RXA dan TXA) dimuat pada Gambar 14a untuk masukan bit 1 dan Gambar 14b untuk masukan bit 0.



(a) (b)

Gambar 12. Sinyal TXA dan RXA (a) Saat TXD = 1 (b) Saat TXD = 0

Sementara itu, untuk pengujian keseluruhan sistem dapat dilihat hasilnya pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Sistem

No	Ukuran File Gambar (kB)	Jumlah Karakter			Waktu yang Diperlukan (menit)			Ket.
		Encode	Decode	Error	Hitung	Hasil Uji	Selisih	
1	0.526	704	706	42	10,6719	10,3	0,3719	Invalid Picture
2	1.55	2125	2128	12	30,6928	29,9	0,7928	Invalid Picture
3	6.06	7953	7964	141	115,0335	115	0,0335	Invalid Picture
4	10.8	13165	8172	107	190,1589	118,6	71,5589	Timeout
5	18.6	25169	6638	96	363,5494	68,2	295,3494	Timeout
6	24.4	32861	294	5	474,6558	4,9	469,7558	Timeout

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan sebuah gambar untuk setiap ukuran gambarnya tidak memiliki selisih yang begitu jauh, terkecuali untuk gambar yang besarnya di atas 10 kB. Dari durasi bit (T) sebesar 8.333ms. Nilai durasi bit ditambahkan dengan delay sebesar 100ms untuk setiap bit yang diproses, sehingga didapatkan waktu yang diperlukan untuk mengirimkan setiap gambarnya. Contoh perhitungan untuk gambar yang akan diproses adalah sebagai berikut.

Dimisalkan gambar dengan ukuran *file* gambar sebesar 0.526 kB dengan jumlah karakter hasil *encode* sebanyak 704, maka waktu pengiriman yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Waktu Pengiriman} &= \frac{8.333 \text{ ms} \times (704 \times 8 \text{ bit} \times 100 \text{ ms}) \times 10^{-3}}{60} \quad (2) \\ \text{Waktu Pengiriman} &= 10.6719 \text{ menit} \end{aligned}$$

5. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pengukuran, rangkaian modem FSK dengan baudrate sebesar 1200 bps dapat melakukan pemrosesan sinyal digital maupun analog dengan baik. Saat dicek dengan osiloskop, bentuk sinyal digital sudah menandakan bahwa pin TXD atau pin 14 dapat membaca data dari mikrokontroler dengan baik. Selain itu, sinyal analog pada pin TXA dan RXA memiliki frekuensi yang sama besarnya dengan *datasheet*, sehingga didapatkan keluaran sinyal digital dari pin RXD tidak jauh berbeda dengan sinyal masukannya.

Untuk pengujian aplikasi komunikasi data, program yang dibuat sudah dapat melakukan proses encode dan decode untuk gambar. Namun, terdapat keterbatasan ukuran *file* yang dapat didekodekan dengan maksimum ukuran *file* adalah sekitar 44 kB. Hal ini dapat disebabkan oleh spesifikasi dari bahasa pemrograman yang digunakan untuk pemrosesan gambar masih terbatas di ukuran yang sangat kecil.

Dalam pengujian keseluruhan sistem, data digital yang menjadi masukan rangkaian modem berasal dari modul *Wi-Fi* ESP8266. Modul *Wi-Fi* dapat meneruskan data biner ke rangkaian modem FSK di sisi pengirim dan juga dapat menerima data biner dari rangkaian modem FSK di sisi penerima. Setelah diuji dengan 6 data uji, didapatkan bahwa aplikasi komunikasi data yang dijalankan di sisi penerima, dapat menerima karakter ASCII dari modul *Wi-Fi* dengan cukup baik meskipun masih ada kesalahan pembacaan data.

Selain itu, saat pengiriman dan penerimaan data gambar, *delay* yang ada dalam program modul *Wi-Fi* harus sama persis dan tidak bisa terlalu cepat. Oleh karena itu, digunakan *delay* 100 ms di kedua sisi untuk meminimalisir kesalahan pembacaan data. Namun setelah diuji, meskipun dihubungkan dengan kabel *jumper* adanya kesalahan pembacaan karakter ASCII yang diterima oleh sisi penerima tidak dapat dihindari. Kesalahan pembacaan tersebut sudah diantisipasi oleh program dengan mendeteksi bit yang salah dibaca dan mengganti bit tersebut dengan salah satu karakter ASCII yaitu 'A'. Hal tersebut dilakukan agar setidaknya gambar dapat dikodekan kembali di sisi penerima meskipun ada sedikit kerusakan gambar. Namun, ternyata metode tersebut belum berhasil untuk diimplementasikan. Kesalahan pembacaan data dapat disebabkan oleh berbagai macam hal, antara lain kecepatan transfer data dari modem FSK dan modul *Wi-Fi* sebesar 1200 bps sehingga belum bisa memproses data yang diterima dari pengirim dengan besar *file* di atas 10 kB.

Untuk radio *transceiver* yang digunakan, dikarenakan radio SSB tidak memungkinkan untuk digunakan, maka radio diganti dengan radio HT. Setelah diuji, radio tersebut tidak dapat mengirim data secara terus menerus. Oleh karena itu, hanya dilakukan pengujian dengan ukuran *file* gambar sebesar 0.562 kB sebagai representasi bahwa sistem dapat diimplementasikan menggunakan radio *transceiver*. Dari hasil pengujian tersebut, masih terdapat banyak *error* data yang diterima oleh penerima. Hal tersebut dapat disebabkan oleh radio *transceiver* yang digunakan tidak dapat terus menerus mengirim data, sehingga lebih besar kemungkinan ada data yang terlewat untuk dikirimkan.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisa, dari sistem yang dibuat oleh penulis dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Aplikasi komunikasi data sudah dapat mengkodekan dan mendekodekan gambar dengan format .jpg dengan baik. Namun, saat digabungkan dengan keseluruhan sistem, data gambar yang diterima oleh sisi penerima masih ada beberapa kesalahan pembacaan data, sehingga aplikasi belum mampu mendapatkan data gambar kembali seperti semula.
2. Terdapat keterbatasan ukuran *file* gambar yang dapat diproses oleh keseluruhan sistem, yaitu di bawah 10 kB dengan waktu tercepat yang diperlukan selama sekitar 10 menit untuk ukuran *file* 0.526 kB.
3. Komunikasi data menggunakan IC TCM3105 sebagai modem FSK dapat mengolah sinyal dengan baik pada *baudrate* 1200 bps.

6.2 Saran

Sistem yang telah direalisasikan masih memiliki beberapa keterbatasan, baik pada bagian perangkat lunak maupun perangkat keras. Dari hal-hal yang sudah dijelaskan sebelumnya, terdapat beberapa saran yang dapat digunakan untuk pengembangan sistem ini kedepannya, yaitu:

1. Diperlukan identifikasi program yang digunakan baik pada aplikasi komunikasi data maupun modul *Wi-Fi* agar tidak ada kesalahan pembacaan data.
2. Menggunakan perangkat yang dapat memproses data dengan *delay* yang lebih cepat sehingga pengiriman data lebih cepat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung dan Kemenristekdikti yang telah memfasilitasi dan mendukung penelitian ini hingga penelitian dapat diselesaikan dan dapat dipublikasikan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] V. Fadillah, "Komunikasi Bencana dalam Penanganan Peristiwa Erupsi Gunung Agung," Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Ampel, Surabaya, 2019.

- [2] Tashia, "Sistem Jaringan Internet di Indonesia," Kominfo, 8 December 2015. [Online]. Available: <https://aptika.kominfo.go.id/2015/12/sistem-jaringan-internet-di-indonesia/>. [Accessed 23 November 2020].
- [3] Badan Pusat Statistik , Statistik Telekomunikasi Indonesia 2019, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2020.
- [4] I. K. Widana, Buku Ajar Manajemen Darurat dan Pemulihan Bencana, Bogor: Universitas Pertahanan, 2019.
- [5] I. Hestiningsih, Pengolahan Citra, Teknik Informatika, 2008.
- [6] A. Muqit, "Sistem Komunikasi Radio & Laboratorium," in *Sistem Komunikasi Radio & Laboratorium*, Malang, Polinema Press, 2020, p. 158.
- [7] M. Tiar G, "Sistem Komunikasi Radio," 12 April 2017. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/mariatiargeraldines/sistem-komunikasi-radio>. [Accessed 1 June 2020].
- [8] Slameta, "Frequency Shift Keying," in *Sistem Komunikasi Digital*, Bandung, Politeknik Negeri Bandung, p. 50.