

Sistem Komunikasi Data Melalui Jaringan RF untuk Daerah Tidak Terjangkau Jaringan GSM

Griffani Megiyanto Rahmatullah[#], Slameta, Muhammad Abdurrahim

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir Ds. Ciwaruga, Bandung 40012, Indonesia
[#]griffani.megiyanto@polban.ac.id

Abstrak

Komunikasi data pada daerah *blank spot* lebih sulit dilakukan karena jauh dari pemancar dan banyak benda yang menghalangi pada jalur transmisi. Beberapa sistem telah dikembangkan untuk menjadi solusi komunikasi tersebut namun memiliki beberapa kendala seperti halnya pengaruh *obstacle* yang signifikan, biaya yang besar, tidak mendukung kegiatan bergerak, dan sifat komunikasi data yang hanya satu arah. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem komunikasi yang dapat digunakan pada daerah tertutup dengan mobilitas yang baik serta dapat melakukan pengiriman informasi berupa teks ataupun gambar. Sistem direalisasikan menggunakan perangkat Raspberry Pi sebagai otak utama untuk pengolahan data dan *smartphone* Android sebagai perangkat pengguna. Komunikasi yang dilakukan adalah *smartphone* mengirimkan data ke Raspberry Pi melalui jaringan nirkabel. Kemudian data dikirimkan melalui modul *Radio Frequency* (RF) ke modul penerima untuk diolah dan terakhir diteruskan pada *smartphone* penerima. Sistem diuji dengan cara mengukur waktu pengiriman data serta kesesuaian data yang diterima. Hasil pengujian menunjukkan secara fungsional sistem berhasil direalisasikan dengan ukuran maksimum data yang dapat dikirimkan sebesar 1,5 Mb. Komunikasi data secara optimal dapat dilakukan dengan jarak maksimum 250 meter untuk kondisi *line of sight*.

Kata kunci: *blank spot*, jaringan RF, *line of sight*, komunikasi data, pengiriman gambar

Abstract

Data communication in the blank spot area is more difficult because it is far from the transmitter and many objects are blocking the transmission line. Some systems have been developed to be a communication solution but it has several obstacles such as significant obstacle effects, high costs, does not support mobile activities and the nature of data communication in only one direction. This study aims to design a communication system that can be used in closed areas with good mobility and can send information in the form of text or images. The system is realized using the Raspberry Pi device as the main brain to process data and an Android smartphone as a user device. Communication is done is the smartphone sends data to the Raspberry Pi through a wireless network. Then the data is sent via the RF module to the receiving module to be processed and finally forwarded to the receiving smartphone. The system is tested by measuring the time of sending data and the suitability of the data received. Testing results show that the functionality of the system is successfully realized with a maximum size of data that can be sent at 1.5Mb. Data communication can be optimally performed with a maximum distance of 250 meters for line of sight conditions.

Keywords: *blank spot*, RF network, *line of sight*, data communication, image delivery

I. PENDAHULUAN

Setiap daerah membutuhkan komunikasi data untuk mengirim informasi termasuk daerah tertutup sinyal. Daerah tertutup sinyal dapat meliputi hutan, pertambangan, daerah bencana, dan lepas pantai. Kesulitan komunikasi data pada daerah tertutup adalah terbatasnya jaringan *Global System for Mobile Communications* (GSM) yang biasa

digunakan dalam melakukan komunikasi data [1]. Terbatasnya sinyal pada daerah tertutup dikarenakan tidak adanya *Base Transceiver Station* (BTS) dan banyak benda yang mengganggu jalur transmisi. Komunikasi suara pada daerah tertutup masih dapat dilakukan dengan memanfaatkan *Handy Talkie* (HT), namun hanya terbatas pada komunikasi suara. Selain itu, beberapa solusi tersebut juga memiliki kelemahan seperti halnya

biaya yang mahal, tidak mudah untuk mobilitas, dan komunikasi hanya berjalan dengan sistem satu arah. Berdasarkan pertimbangan terhadap permasalahan tersebut, maka diperlukan sebuah sistem komunikasi data yang dapat digunakan untuk kegiatan bergerak. Sistem tersebut harus memiliki keuntungan mudah dibawa sehingga memerlukan dimensi alat yang relatif kecil.

Komunikasi yang dapat dilakukan tanpa menggunakan GSM adalah memanfaatkan jaringan *Radio Frequency* (RF) dengan melakukan implementasi pada antena *microstrip* [2]. Penelitian tersebut telah menghasilkan sebuah alat yang dapat bekerja pada frekuensi 2,35 GHz. Alat tersebut juga memiliki dimensi yang kecil dan menggunakan bahan yang umum sehingga tidak sulit untuk diimplementasikan. Namun, aplikasi untuk diterapkan pada situasi nyata masih belum diterapkan dan hanya difokuskan pada pembuatan perangkat antena nya saja.

Penelitian mengenai komunikasi pada daerah tertutup telah banyak dilakukan. Beberapa penelitian tersebut yaitu penggunaan Raspberry Pi sebagai proses utama pada sistem komunikasi, penggunaan media transmisi laser, penggunaan wajan bolic, penggunaan radio komunikasi, penggunaan modul Xbee, dan sistem telemetri radio. Salah satu penelitian dengan menggunakan perangkat keras Raspberry Pi yaitu implementasi untuk komunikasi data dengan jaringan TCP/IP [3]. Implementasi yang dilakukan melalui proses pengambilan data dari sensor *Global Positioning System* (GPS), pengolahan data oleh Raspberry Pi, dan pengiriman ke *Virtual Private Server* (VPS). Hasil yang ditunjukkan yaitu Raspberry Pi mampu untuk mengolah dan mengirimkan data sesuai dengan arsitektur jaringan yang telah didesain. K. Saputra melakukan penelitian mengenai komunikasi data dengan media transmisi sinar laser [4]. Transmisi sinar laser yang dilakukan merupakan penerapan dari sistem komunikasi *Line of Sight* (LOS) dengan menggunakan perangkat pengirim dan penerima yaitu komputer. Sistem tersebut dapat mengirimkan data dengan baik dengan kecepatan yang relatif cepat pada jarak tertentu. Permasalahan dari sistem tersebut adalah jalur transmisi yang tidak dapat terhalang dan komponen yang sulit didapat di Indonesia.

Penelitian lainnya dilakukan oleh L. Hakim yaitu mengimplementasikan wajan bolic pada daerah tidak terjangkau sinyal untuk melakukan komunikasi melalui internet [5]. Komunikasi yang dibangun adalah komunikasi langsung antara wajan bolic dengan BTS. Implementasi wajan bolic dapat memberikan akses komunikasi dengan kecepatan yang cukup baik namun sistem tersebut tidak efisien

apabila terjadi perpindahan tempat karena perlu melakukan instalasi jaringan kembali.

Penelitian lain dilakukan oleh D. Nurmali yaitu mengembangkan sistem komunikasi data digital menggunakan gelombang radio *High Frequency* (HF) [6]. Sistem tersebut mampu melakukan komunikasi jarak jauh antar kecamatan maupun kota dengan menggunakan modulasi *Single Side Band* (SSB). Media pengirim dan penerima yang digunakan adalah komputer sehingga tidak dapat digunakan untuk kegiatan bergerak. Penelitian berikutnya oleh E. Setyaningsih yaitu mengembangkan sistem pengiriman pesan *Short Message Service* (SMS) melalui jalur radio komunikasi [7]. Komunikasi yang dilakukan adalah penggunaan rangkaian pemancar dan penerima yang lalu ditampilkan hasilnya hanya berupa teks pada SMS juga layar *Liquid Crystal Display* (LCD).

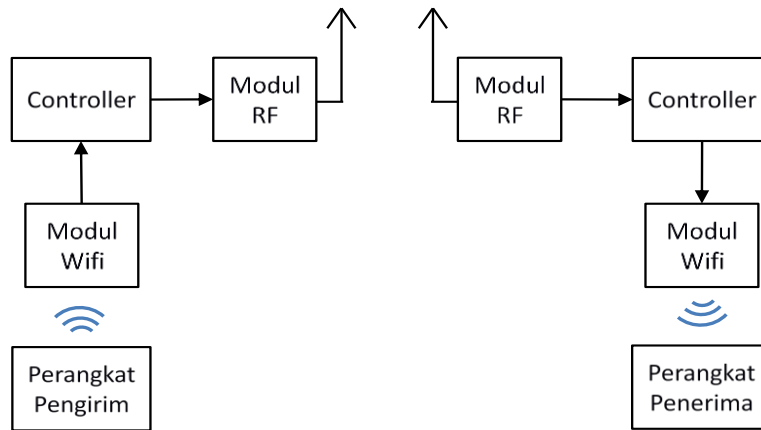
Sistem lain yang telah dibuat adalah sistem transmisi data pada frekuensi radio menggunakan modul Xbee. Modul Xbee menggunakan jaringan nirkabel untuk memancarkan gelombang radio [8]. Sistem transmisi tersebut melakukan proses pengiriman teks dari satu komputer ke komputer lain. Alat tersebut juga memiliki keterbatasan yaitu kurangnya fleksibilitas dikarenakan perangkat pengguna adalah komputer. Penelitian lainnya yaitu memanfaatkan konsep Telemetri sehingga komunikasi yang dilakukan dapat mengirimkan data berupa pembacaan sensor atau lainnya ke penerima yang jaraknya jauh tanpa bantuan kabel [9]. Sistem tersebut mengirimkan data melalui pemancar radio dan hanya melakukan komunikasi data satu arah.

Berdasarkan analisis penelitian sebelumnya, maka tujuan penelitian yang dilakukan adalah membuat alat komunikasi yang dapat berfungsi dengan menggunakan jaringan *Radio Frequency* (RF) untuk daerah yang tidak terjangkau jaringan GSM. Data yang dikirimkan adalah data sederhana yaitu nilai yang didapat dari sensor. Alat yang direalisasikan mendukung komunikasi dua arah dan mendukung pengiriman data yang lebih rumit seperti gambar.

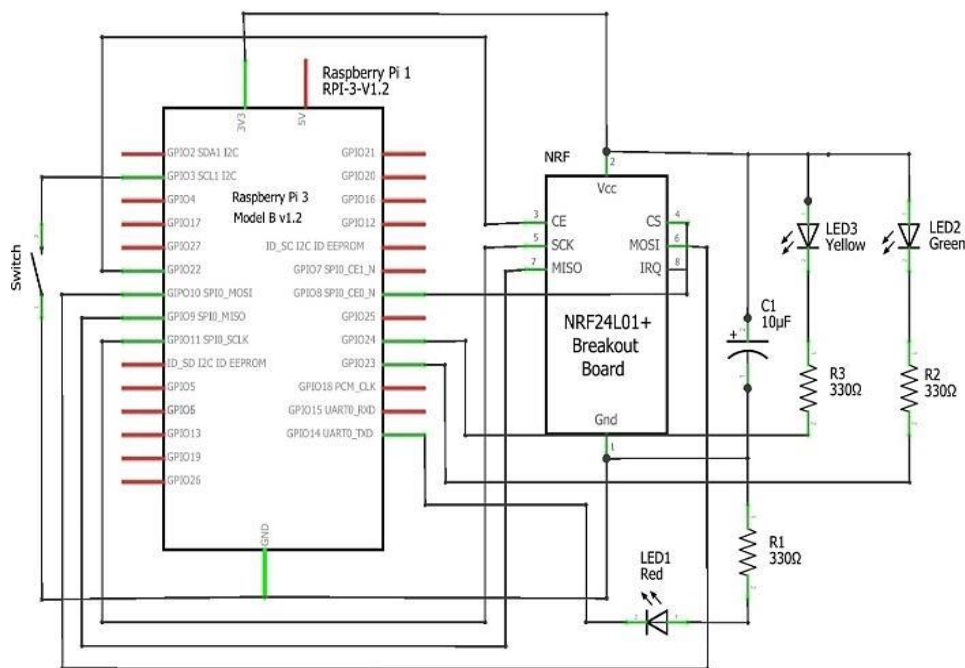
II. METODE PENELITIAN

A. Blok Diagram dan Skema Rangkaian

Sistem yang direalisasikan menggunakan koneksi nirkabel pada hubungan alat dengan perangkat pengguna seperti yang dapat ditunjukkan pada Gambar 1. Blok diagram pada Gambar 1 menunjukkan bahwa perangkat pengirim akan mengirimkan data menggunakan jaringan *wireless* dan diterima oleh bagian kontrol. Bagian kontrol pengirim mengatur proses penerimaan maupun pengiriman juga perlu memiliki kemampuan yang



Gambar 1. Diagram blok sistem keseluruhan



Gambar 2. Skema Rangkaian

baik dalam mengolah data terutama data berukuran besar yaitu gambar. Data yang telah diolah pada bagian kontrol akan dikirim ke alat yang berada pada tempat lain dengan menggunakan modul RF. Pada sisi penerima, data yang diolah oleh bagian kontrol dan langsung diteruskan kepada perangkat pengguna. Skema rangkaian yang digunakan pada sistem komunikasi data ditunjukkan pada Gambar 2. Modul nRF yang digunakan membutuhkan tegangan minimal sebesar 3,3 V dan antarmuka komunikasi datanya adalah *Serial Peripheral Interface* (SPI). *Light Emitting Diode* (LED) digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kondisi Raspberry Pi.

B. Algoritma

Tahap pertama yang perlu dilakukan adalah menghubungkan perangkat pengguna dengan alat

yang direalisasikan yaitu pada sisi pengirim maupun penerima. Proses tersebut dilakukan dengan cara menghubungkan *smartphone* pada *Service Set Identifier* (SSID) yang disediakan alat. Proses selanjutnya adalah mengatur kode tujuan pada aplikasi Android sebagai nomor yang dituju. Proses tersebut adalah tahapan awal atau konfigurasi awal agar komunikasi data dapat berlangsung. Data yang dikirimkan dari aplikasi Android dapat berupa teks atau gambar. Data yang dikirimkan akan diterima oleh bagian kontrol dan akan disimpan terlebih dahulu dengan memberikan perbedaan pada data teks dan data gambar. Data yang akan dikirimkan akan dibaca oleh bagian kontrol dan dibagi menjadi beberapa paket sesuai dengan ukuran data. Apabila bagian kontrol tidak dalam mode menerima, maka data tersebut akan langsung dikirimkan melalui modul RF.

Pada sistem pengiriman data modul nRF, terdapat batas maksimum dalam melakukan satu pengiriman paket yaitu sebesar 32 byte. Data yang dikirimkan dari perangkat pengguna memiliki kemungkinan ukuran yang melebihi batas maksimum pengiriman, sehingga diperlukan pengaturan agar sistem dapat memecah data menjadi beberapa bagian dan dikirimkan secara satu persatu. Tabel 1 menunjukkan pembagian paket dalam setiap pengiriman data dengan konfigurasi setiap pengiriman data akan terdiri dari lima bagian.

Bagian pertama memiliki ukuran 1 byte yang menunjukkan tipe dari data yang dikirimkan dan menandakan apakah paket adalah paket pertama. Tipe data yang diterima adalah teks atau gambar dengan format JPG, PNG atau GIF. Bagian kedua menunjukkan kode perangkat pengguna yang dituju sedangkan bagian ketiga menunjukkan kode perangkat pengguna yang mengirimkan data dengan masing-masing ukuran data adalah 1 byte. Bagian keempat adalah nomor urut paket yang didapat dari hasil pemecahan data yang memiliki ukuran melebihi batas maksimum pengiriman data. Nomor urut paket memiliki ukuran 2 byte sehingga dapat menampung jumlah paket sampai dengan 65.535 paket. Bagian kelima adalah data yang dikirimkan dari perangkat pengguna yang memiliki ukuran 27 byte.

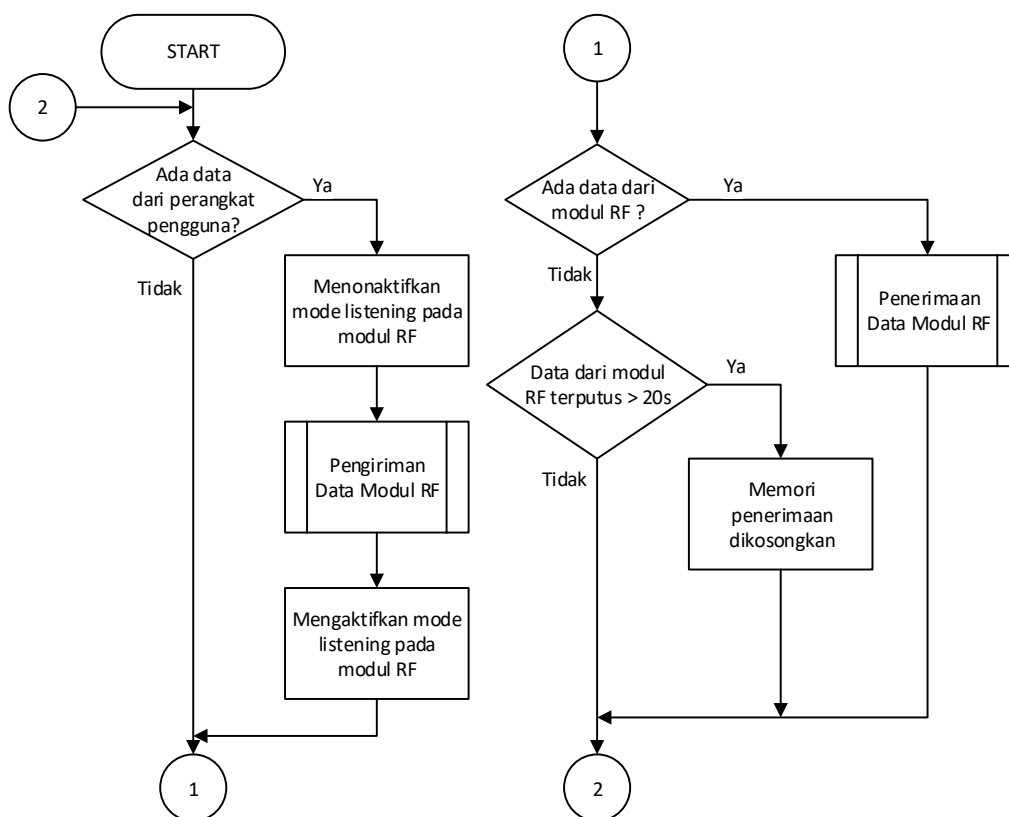
Pada bagian penerima, data yang diterima dari modul RF akan ditampung terlebih dahulu sampai

keseluruhan paket data telah diterima. Apabila keseluruhan paket data telah diterima maka data tersebut akan disimpan. Data yang tersimpan tersebut akan diteruskan yang disertai kode tujuan pada saat penerima mengaktifkan mode penerimaan data pada aplikasi android sistem yang direalisasikan. Bagian kontrol yang mengatur penentuan proses pengiriman dan penerimaan data ditunjukkan oleh Gambar 3.

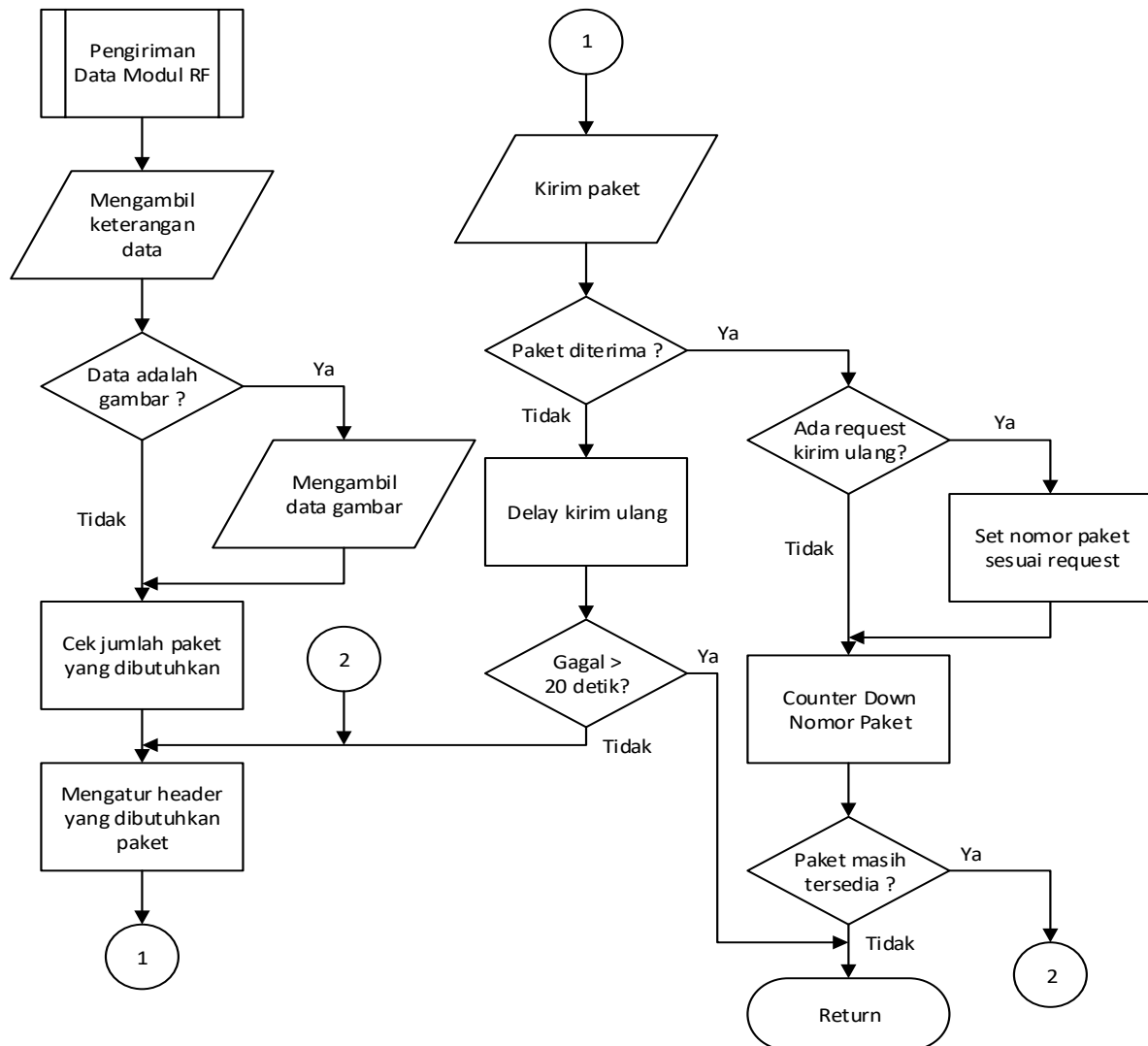
Gambar 3 menunjukkan bahwa bagian kontrol melakukan proses cek secara terus menerus. Apabila terdapat data dari perangkat pengguna maka bagian kontrol akan mengatur alat untuk melakukan proses penerimaan data. Untuk melakukan pengiriman maka mode menerima dari jaringan RF akan dimatikan sementara. Setelah data selesai dikirimkan maka mode untuk menerima dari jaringan RF akan diaktifkan kembali. Apabila terdapat data dari modul RF maka bagian kontrol akan melakukan proses penerimaan data modul RF. Apabila data yang didapat dari modul RF belum diterima seluruhnya namun paket data terputus maka bagian kontrol akan melakukan pengecekan ulang dengan batas waktu selama 20 detik.

Tabel 1. Susunan paket data pada *payload*

Tipe data	Alamat tujuan	Alamat sumber	Nomor paket	Data
1 byte	1 byte	1 byte	2 byte	27 byte



Gambar 3. Diagram alir bagian kontrol



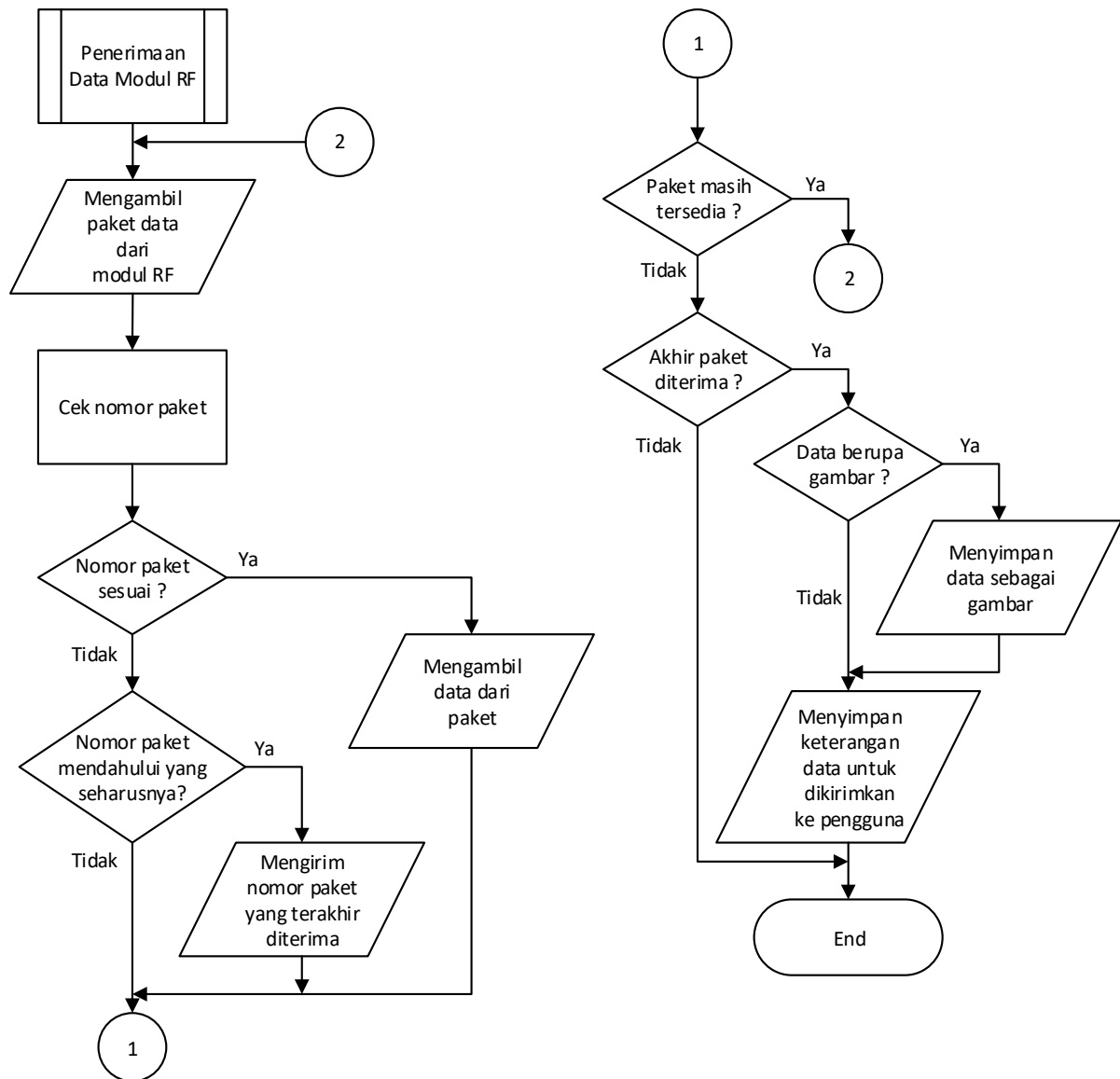
Gambar 4. Diagram alir pengiriman data

Bagian pengiriman data yang berfungsi untuk mengambil data yang tersimpan dan mengolahnya untuk dikirimkan melalui modul RF ditunjukkan oleh Gambar 4. Data yang sudah diambil akan dicek ukurannya dan diperkirakan berapa banyak paket yang dibutuhkan. Paket tersebut akan ditambahkan *header* yang menunjukkan pengenalan paket dan nomor paket. Paket yang sudah ditambahkan *header* akan dikirimkan melalui modul RF. Apabila modul RF pengirim tidak mendapatkan *Acknowledgment* (ACK) dari modul RF penerima setelah mengirimkan paket, maka pengiriman dinyatakan gagal dan paket akan dikirim ulang sampai didapatkan ACK dari modul RF penerima. Batas waktu yang dikonfigurasi bila terjadi kegagalan adalah 20 detik. Apabila keseluruhan paket telah dikirimkan maka proses pengiriman data telah selesai dan kembali ke proses pengecekan pada bagian kontrol.

Sedangkan proses penerimaan data ditunjukkan oleh Gambar 5. Proses pertama yang dilakukan

adalah mengambil data yang diterima modul RF. Selanjutnya header paket yang diterima akan diperiksa. Jika nomor paket yang diterima sesuai maka data pada paket tersebut akan disimpan dan dikumpulkan. Namun, apabila tidak sesuai maka akan dilakukan pengecekan apakah nomor paket yang diterima melebihi nomor paket yang seharusnya.

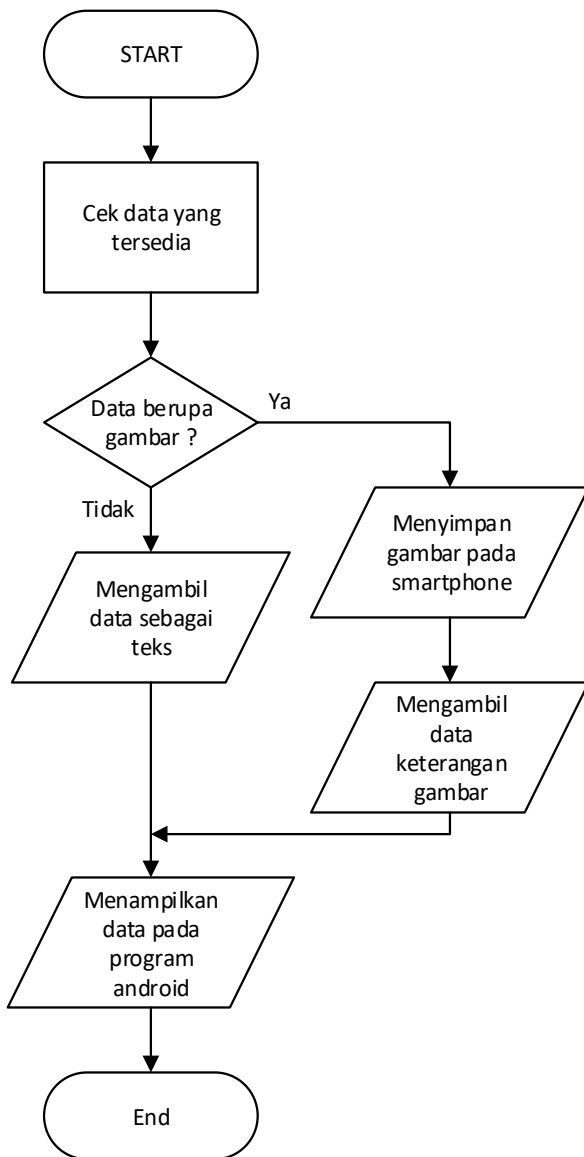
Case yang lain yaitu apabila nomor paket yang diterima mendahului nomor paket yang seharusnya maka akan dilakukan pengiriman paket balasan ke pengirim untuk mengubah nomor paket sesuai nomor yang seharusnya. Namun, jika nomor paket yang diterima tidak mendahului nomor paket yang seharusnya maka paket tidak akan diolah. Berikutnya, apabila masih terdapat paket yang diterima maka akan kembali ke proses awal dan terus berulang sampai seluruh paket telah diterima. Akhir paket yang diterima akan dilanjutkan pemberian keterangan data telah dikumpulkan dan akan disimpan.



Gambar 5. Diagram alir penerimaan data

Tabel 2. Pengujian fungsionalitas sistem

No	Pengujian	Target	Hasil
1	Pengiriman teks dari <i>smartphone</i> ke alat 1	Data dapat diterima alat 1 dan disimpan pada json	Sesuai target
2	Pengiriman teks dari alat 1 ke alat 2	Alat 1 dapat membaca data dan mengirimkan data melalui modul RF	Sesuai target
3	Penerimaan teks pada alat 2	Data dapat diterima pada alat 2 dan disimpan pada json	Sesuai target
4	Pengiriman teks dari alat 2 ke <i>smartphone</i>	Data dapat diterima dan ditampilkan pada <i>smartphone</i>	Sesuai target
5	Pengiriman gambar dari <i>smartphone</i> ke alat 1	Data gambar dapat diterima dan disimpan pada alat 1	Sesuai target
6	Pengiriman gambar dari alat 1 ke alat 2	Data gambar dapat dibaca dan dikirimkan melalui modul RF	Sesuai target
7	Penerimaan gambar pada alat 2	Data gambar dapat diterima dan disimpan pada alat 2	Sesuai target
8	Pengiriman gambar dari alat 2 ke <i>smartphone</i>	Data gambar dapat ditampilkan pada <i>smartphone</i>	Sesuai target
9	Pengujian pengiriman dari alat 2 ke alat 1	Hasil yang didapatkan sama seperti pengujian pengiriman dari alat 1 ke alat 2	Sesuai target



Gambar 6. Diagram alir program Android

Berikutnya adalah algoritma program Android yang ditunjukkan pada Gambar 6. Program tersebut berfungsi sebagai pembacaan data yang tersedia melalui *web application programming interface* (API). Program android mengakses web API pengambilan data dengan kode pengecekan dan web API akan memberikan respon yang menandakan apakah terdapat data yang dapat diterima berikut keterangan tipe data tersebut. Setelah data diterima, data tersebut akan ditampilkan pada layar program Android.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat komunikasi yang telah dibuat dan diuji ditunjukkan oleh Gambar 7. Pengujian dilakukan dengan melakukan komunikasi data menggunakan data uji yang telah ditentukan. Beberapa parameter yang diuji pada sistem komunikasi data yang telah direalisasikan adalah fungsionalitas alat, waktu

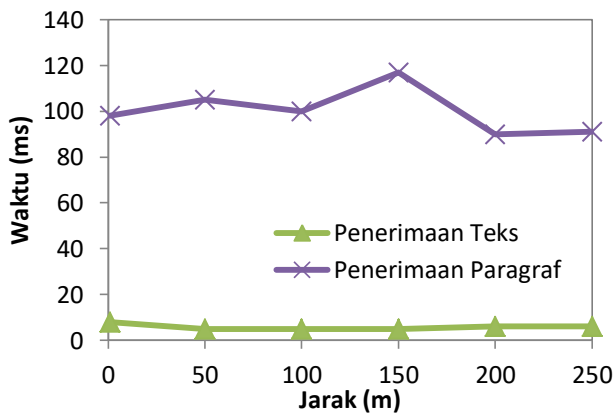


Gambar 7. Alat komunikasi menggunakan jaringan RF

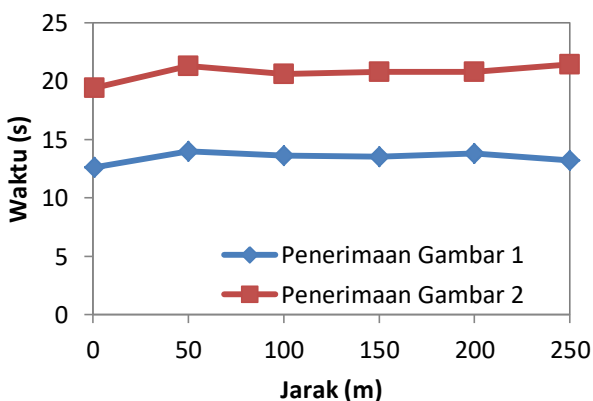
pengiriman/penerimaan data, serta kecepatan pengiriman/penerimaan data.

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian yang dilakukan pada sistem komunikasi yang telah direalisasikan. Hasil menunjukkan bahwa pengujian berhasil dilakukan sesuai dengan target yang tertera. Pengujian fungsionalitas yang dilakukan menggunakan data uji teks dengan ukuran berkas berkisar 1-2 Kb dan gambar dengan ukuran berkas sebesar 100 Kb, 250 Kb, 500 Kb, dan 1,5 Mb. Berdasarkan Tabel 2, maka dapat disimpulkan bahwa alat yang direalisasikan dapat bekerja sesuai dengan fungsi dan persentase keberhasilan fungsi sistem sebesar 100%.

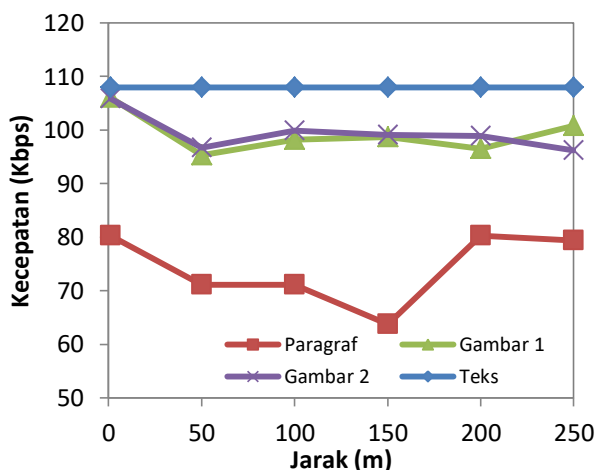
Pengujian berikutnya adalah pengujian kehandalan yang dilakukan pada ruang terbuka. Pengujian dilakukan dengan mengupayakan meminimalisir agar tidak adanya benda yang menghalangi jalur transmisi saat transmisi data sedang berlangsung. Hasil pengujian ditunjukkan pada Gambar 8 yaitu hasil pengukuran waktu pengiriman dan penerimaan data uji. Grafik pada Gambar 8 menunjukkan bahwa waktu pengiriman data dan penerimaan data tidak berbeda jauh atau hampir persis sama untuk masing-masing pengiriman teks dan paragraf. Waktu rata-rata yang didapatkan adalah 5,8 ms untuk penerimaan teks dan 100,1 ms untuk penerimaan paragraf. Hal tersebut menunjukkan bahwa waktu komunikasi data kepada penerima bernilai cukup stabil dan tidak ada perubahan nilai yang signifikan. Setelah melakukan pengujian dengan pengiriman teks, berikutnya adalah melakukan pengujian kehandalan dengan pengiriman gambar berukuran 100 Kb dan 250 Kb.



Gambar 8. Grafik perbandingan waktu pengiriman dan penerimaan teks pada ruang terbuka



Gambar 9. Grafik perbandingan waktu pengiriman dan penerimaan gambar 1 dan 2 pada ruang terbuka



Gambar 10. Grafik perbandingan waktu pengiriman dan penerimaan teks, paragraph, dan gambar pada ruang terbuka

Gambar 9 menunjukkan hasil perbandingan waktu untuk pengiriman gambar 1 dengan ukuran sekitar 100 Kb dan gambar 2 berukuran sekitar 250 Kb. Hasil yang ditunjukkan oleh Gambar 8 adalah rata-rata waktu penerimaan gambar 1 dan gambar 2 yaitu 13,45 s dan 20,71 s. Hasil tersebut juga

menunjukkan nilai yang cukup stabil untuk dilakukannya pengiriman dan penerimaan informasi berupa gambar.

Berikutnya merupakan analisis kecepatan yang ditunjukkan oleh Gambar 10 untuk setiap pengiriman teks, paragraf, dan gambar. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa kecepatan pengiriman data cukup stabil berada pada kisaran 100 Kbps. Perbedaan kecepatan pengiriman data yang terlihat berbeda adalah pada saat pengiriman paragraf. Hal tersebut disebabkan terjadi perbedaan *delay* sistem saat pengiriman paragraf pada sisi pengirim dan penerima.

Secara keseluruhan, nilai waktu pengiriman yang dihasilkan menunjukkan nilai yang cukup stabil di setiap jarak uji. Adapun perbedaan pada setiap jarak uji dapat disebabkan oleh pengolahan sinyal yang harus dilakukannya verifikasi terkait paket data yang diterima. Algoritma pembuatan konsep jaringan juga cukup mempengaruhi seperti halnya pengecekan *frame* paket data dan juga pengecekan data *buffer* sebagai penyimpanan sementara.

Alat yang telah dibuat memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan penelitian sebelumnya [8] yaitu dapat melakukan pengiriman data yang lebih rumit berupa gambar. Fitur lainnya yaitu pengembangan dari penelitian [9] dengan menerapkan komunikasi dua arah yang berarti komunikasi dapat dilakukan oleh pengirim atau penerima secara bersamaan. Alat komunikasi yang dibuat juga memiliki dimensi yang tidak terlalu besar sehingga memudahkan untuk dibawa dan dapat menutup kekurangan berupa sulit untuk diterapkan bila terjadinya perpindahan tempat [5].

IV. KESIMPULAN

Sistem komunikasi data untuk daerah tidak terjangkau jaringan GSM berbasis RF berhasil direalisasikan dengan dimensi yang tidak terlalu besar sehingga memudahkan untuk dibawa. Sistem komunikasi jaringan RF yang dibuat dapat difungsikan untuk melakukan pengiriman berkas hingga ukuran 1,5 Mb dengan prinsip komunikasi dua arah. Keandalan yang diuji yaitu menggunakan teks dan gambar dengan ukuran gambar berkisar 100-250 Kb dengan rata-rata kecepatan berkisar 100 Kbps. Sistem yang direalisasikan juga dapat digunakan pada daerah tidak terjangkau jaringan GSM karena sistem menggunakan jaringan RF dengan jarak jangkauan maksimum yaitu 250 m dalam keadaan LOS. Salah satu keunggulan dari sistem yang diimplementasikan adalah komunikasi data dapat terus berlangsung walaupun alat dibawa untuk

berpindah karena memanfaatkan media transmisi nirkabel. Penelitian yang telah dilakukan dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengubah modul radio yang digunakan dengan modul radio lain agar jarak jangkauan dan kecepatan dapat meningkat, ataupun mengganti rangkaian *transceiver* sehingga memiliki pengaturan tersendiri mode komunikasi data yang digunakan.

REFERENSI

- [1] (2015) detikcom. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita/d-2800328/cerita-tentang-blank-spot-dan-tarif-telepon-tengah-laut>.
- [2] G. Megiyanto Rahmatullah, R. Rika Khoeriyah, "Perancangan Antena Mikrostrip Array Linear Fleksibel pada Frekuensi UHF 2,35 GHz", *Jurnal Teknologi Rekayasa*, vol. 3, no. 2, 2018.
- [3] M. Rizki Samsul Ariefin, C. Suhery, dan Y. Brianorman, "Sistem Real-Time Untuk Manajemen Mobil Antarkota Menggunakan Node Js Berbasis TCP/IP", *Jurnal Coding Sistem Komputer Universitas Tanjungpura*, vol. 2, no. 3, 2014.
- [4] K. Saputra, "Analisis Jarak dan Kecepatan Komunikasi Data Serial Asinkron Menggunakan Medium Transmisi Sinar Laser," *Jurnal Informatika*, vol. 11, no. 1, pp. 1-11, 2011.
- [5] L. Hakim, "Implementasi Wajan Bolic pada Daerah Blankspot Desa Wisata Cibuntu," *Format*, vol. 6, pp. 14-26, 2017.
- [6] D. Nurmali and S. Suhartini, "Komunikasi Data Digital Menggunakan Gelombang Radio HF," *Berita Dirgantara*, vol. 7, no. 2, 2006.
- [7] E. Setyaningsih, T. Winata, and W. Nugroho, "Perancangan Alat Sistem Pengiriman Pesan Sms Melalui Jalur Radio Komunikasi," *Tesla*, vol. 8, no. 1, pp. 21-28, 2006.
- [8] Y. P. Nugraha, I. Sucahyo, T. Prastowo, and E. Rahmawati, "Transmisi Data Melalui Sistem Komunikasi Frekuensi Radio Dengan Menggunakan Modul Xbee Pro 24-ACI-001," in *Seminar Nasional Fisika LIPI*, Tangerang, 2013.
- [9] A. Akbar, A. S. Ulwi, M. J. Lampuasa, Q. C. Mahaputra, S. Azzahwa, and Y. Geganaseti, "Modul FTETI 1 Sistem Telemetry Radio," *Bachelor Project*, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2013.

