

JURNAL
TIARSIE

**TEKNIK INDUSTRI,
ARSITEKTUR, SIPIL,
INFORMATIKA, ELEKTRO**



UNIVERSITAS LANGLANGBUANA
Jl. Karapitan No. 116 Bandung
Telp. (022) 4218086 - 4230601

Penerbit Fakultas Teknik Universitas Langlangbuana

Penanggung Jawab: Hennie Husniah (ID Scopus 54947275000),(ID Sinta 132047), Universitas Langlangbuana

Ketua Penyunting: KM. Syarif Haryana (ID Sinta 5973109), Universitas Langlangbuana

Anggota Penyunting:

Prof. Marsudi W. Kisworo (ID Scopus 6507554067) (ID Sinta 121030), Perbanas Institute Widjajani (ID Scopus 57212209714)(ID Sinta 6008450)(ID Sinta 6008450), Universitas Langlangbuana

M. Hendayun (ID Scopus 57190122632) (ID Sinta 6092219), Universitas Langlangbuana

Hennie Husniah (ID Scopus 54947275000),(ID Sinta 132047) Universitas Langlangbuana

Ketua Redaksi: Estiyan Dwipriyoko (ID Scopus 57195918537) (ID Sinta 6032113), Universitas Langlangbuana,

Kualifikasi Ketua Redaksi:

[Penunjukan Rektor SK 0036/UNLA/R/LL/1/2019](#)

[Penunjukan Dekan](#)

[Sertifikat Pengelola Jurnal SEMLOKNAS 2018](#)

[Scopus H-Index 2](#)

[Google Scholar H-Index 5](#)

Anggota Redaksi:

Yiyi Supendi (ID Scopus 57215205385)(ID Sinta 5993124), Universitas Langlangbuana

Ignatius Sudarsono (ID Scopus 57217137731)(ID Sinta 6682850), Universitas Langlangbuana

Yuda Wastu (ID Sinta 6737533), Universitas Langlangbuana

Riyanto Setiyono (ID Scopus 55523892300)(ID Sinta 6662138), Universitas Langlangbuana

Rohmana (ID Sinta 6660284), Universitas Langlangbuana

Bennie Ilman (ID Scopus 57211253499)(ID Sinta 6085594), Universitas Langlangbuana

Reviewer Tamu:

Irfan Darmawan-Universitas Telkom-(ID Scopus 55547466700),(ID Sinta 6028310)

Asti Amalia Nur Fajrillah-Universitas Telkom-(ID Scopus 57205263039),(ID Sinta 6008966)

Agus S. Ekomadyo-Institut Teknologi Bandung-(ID Scopus 57202451659)(ID Sinta 5974477)

Yuliarman Saragih-Universitas Singaperbangsa Karawang-(ID Scopus),(ID Sinta 6004340)

Apid Hapid Maksum-Universitas Singaperbangsa Karawang-(ID Scopus),(ID Sinta 6737834)

Chendrasari Wahyu Oktavia-Universitas Wijaya Putra-(ID Scopus),(ID Sinta 6713572)

Rakhmat Fitranto Aditra-Institut Teknologi Bandung-(ID Scopus 57189631465),(ID Sinta 6040352)

Vinsensius Sigit Widhi Prabowo-Universitas Telkom-(ID Scopus 57189226451),(ID Sinta 6683464)

Arfianto Fahmi-Universitas Telkom-(ID Scopus 54979554300),(ID Sinta 28758)

Muhammad Ramdani-Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA-(ID Scopus),(ID Sinta)
M Ryzki Wiryawan-Universitas Ma'soem-(ID Scopus),(ID Sinta 6713049)
Dominikus Budiarto-Universitas Katolik Musi Charitas-(ID Scopus),(ID Sinta 5982224)
Theresia Sunarni-Universitas Katolik Musi Charitas-(ID Scopus),(ID Sinta 6082354)
Firma Purbantoro-Sampoerna-(ID Scopus 57214127107),(ID Sinta)
R. Kristoforus Jawa Bendi-Universitas Katolik Musi Charitas-(ID Scopus),(ID Sinta 257080)
Eko Slamet Riyadi-Politeknik Negeri Banyuwangi-(ID Scopus),(ID Sinta 6708122)
Tajuddin Nur-Universitas Atma Jaya-(ID Scopus 55570033700)(ID Sinta 6088709)
Sofia Dewi-Universitas Ma'soem-(ID Scopus),(ID Sinta 6713981)
Andri Arthono-Institut Sains dan Teknologi Al Kamal-(ID Scopus),(ID Sinta 6176681)
Kumroni Makmuri-Universitas Bina Darma-(ID Scopus 57195916315),(ID Sinta 6655425)
Handy Febri Satoto-Universitas 17 Agustus 1945-(ID Scopus),(ID Sinta 5997617)
Dianne Amor Kusuma-Universitas Padjadjaran-(ID Scopus 57197754063),(ID Sinta 6033988)
Nurcaweda Riztria Adinda-STT Mandala-(ID Scopus 57214156503),(ID Sinta 6188486)
Prof. Ida Hamidah-Universitas Pendidikan Indonesia-(ID Scopus 24075780100),(ID Sinta 5978332)
Slamet Widodo-LIPI-(ID Scopus 57211284845),(ID Sinta)
Tuti Kartika-Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung-(ID Scopus),(ID Sinta 6750361)
Zuraida Zulkarnain-B2P2TOOT Kemenkes-(ID Scopus),(ID Sinta)
Mira Azzasyofia-Politeknik Kesejahteraan Sosial Bandung-(ID Scopus),(ID Sinta 6748856)
Ellya Susilowati-Sekolah Tinggi Kesejahteraan Sosial-(ID Scopus),(ID Sinta 6677818)
Taufiq Bin Nur-Universitas Sumatera Utara-(ID Scopus 9233001200)(ID Sinta 6007070)
Prof. Abdul Talib Bon-University Tun Hussein-Onn Malaysia-(ID Scopus 6603675420)
Prof. Sukono-Universitas Padjadjaran-(ID Scopus 55953611400)(ID Sinta 6034164)
Muhammad Fahmi Hakim-Politeknik Negeri Malang-(ID Scopus),(ID Sinta 6018997)

Reviewer Lokal:

Andriana-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57205209723),(ID Sinta 5998848)
Arief Ginanjar-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57214669532),(ID Sinta 6659400)
Zulkarnain-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6200135)
Estiyan Dwipriyoko-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57195918537), (ID Sinta 6032113)
Leni Herdiani-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57202368201),(ID Sinta 6663975)
Ganjar Turesna-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6668371)
Sutisna Abdul Rahman-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta)
Encu Sutarman-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6667796)
Tyas Santri-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6085756)
Nanang Nasrullah-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6695210)
Dani Ramdani-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57192393375),(ID Sinta 6705624)

Pamungkas Daud-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 56964498800), (ID Sinta 6701691)
Alfred Wijaya-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6142373)
Hadi Prasetyo Utomo-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57195532649), (ID Sinta 5976361)
Rohmana-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6660284)
Hennie Husniah-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 54947275000),(ID Sinta 132047)
Aisyah Nuraeni-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57215420614),(ID Sinta 5979714)
Moch. Rasyid Ridha-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 5976521)
Erwin Yulianto-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57209273345), (ID Sinta 5979651)
Benie Ilman-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57211253499), (ID Sinta 6085594)
Risris Nurjaman-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6663975)
Fauzia Mulyawati-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta)
Linda Aisyah-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta)
Abdul Fatah-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6666130)
Uray Yufikar-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6704038)
Awan Setiawan-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 5972959)
Irwin Supriadi-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6119336)
Wahyu Purnama Sari-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6664380)
Sally Octaviana-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus),(ID Sinta 6657233)
Yiyi Supendi-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57215205385), (ID Sinta 5993124)
Widjajani-Universitas Langlang Buana-(ID Scopus 57212209714), (ID Sinta 6008450)

Editorial:

Layout &Desain: Estiyan Dwipriyoko (ID Scopus 57195918537) (ID Sinta 6032113), Universitas
Langlangbuana

Alamat Redaksi:

Sekretariat Jurnal Tiarsie, Fakultas Teknik Unla
Jl. Karapitan 116 Bandung, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.32816/tiarsie.v19i4>

Published: 2022-09-30

Articles

Analisis Pemilihan Moda Transportasi Umum Darat dengan Metode Analytic Hierarchy Process

Meisyah Latifah, Fauzia Mulyawati

97-102

Perancangan Automatic Mobile Sink Berbasis Web

Nanang Nasrullah, Rahma Noviani, Z Zulkarnain, A Andriana

103-108

Smart Wastafel Mobile dengan Notifikasi Realtime Berbasis Internet of Things

Z Zulkarnain, A Andriana, Aa Sudrajat Barokah

109-114

Modem Komunikasi pada Pita Audio dengan Modulasi Orthogonal Frequency-Division Multiplexing

Sutisna Abdul Rahman, A Andriana, Sahrul Nurfadilah

115-120

Penanganan Hoax dengan Edukasi Literasi Digital bagi Remaja di Cikuda Jatinangor

Dianne Amor Kusuma, Estiyan Dwipriyoko, Yuda Wastu

121-126

Modem Komunikasi Pada Pita Audio Dengan Modulasi *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing* (OFDM) Sebagai Solusi Jaringan Telekomunikasi di Daerah Terpencil

Andriana, S.T., M.T

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Langlangbuana
Jl. Karapitan 116, Bandung
2019andriana@gmail.com

Sahrul

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Langlangbuana
Jl. Karapitan 116, Bandung
Sahrulnurfadilah99@gmail.com

Sutisna Abdul Rahman, S.T., M.T

Fakultas Teknik Program Studi Teknik Elektro
Universitas Langlangbuana
Jl. Karapitan 116, Bandung
sutisnaar@gmail.com

Abstrak - Permasalahan komunikasi pada daerah terpencil yang belum terjamah oleh jaringan telekomunikasi menjadi salah satu masalah utama di Indonesia, komunikasi menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat dan kebutuhan pengiriman data. Untuk mengatasi permasalahan di atas, tujuan penelitian ini adalah membuat Modem Komunikasi pada Pita Audio dengan Modulasi OFDM (*Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*) sebagai solusi jaringan Telekomunikasi di Daerah Terpencil dengan dukungan *solar cell* sebagai energi alternatif pada daerah yang tidak terjangkau listrik. Modem telekomunikasi ini menggunakan Raspberry Pi 4 sebagai pengirim dan penerima data melalui jalur pita audio yang terdapat pada radio HT. Pengujian dilakukan untuk mengetahui jarak jangkauan modem telekomunikasi dan dilakukan di medan Line of Sight (LoS), medan *obstacle* atau perkotaan. Pengujian Raspberry Pi 4 dijadikan sebagai pengirim dan laptop dijadikan penerima data supaya terlihat data karakter yang di terima. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat sudah berhasil dalam melakukan pengiriman data karakter pada medan perkotaan sejauh 217 meter dan medan LoS sejauh 580 meter dengan menggunakan radio HT Weierwei. Saran untuk penelitian selanjutnya untuk melakukan pengiriman jarak jauh diperlukan radio dengan power yang tinggi agar jarak dalam pengiriman data bisa jauh.

Kata Kunci : Modulasi OFDM, Modem Telekomunikasi, Daerah terpencil, Raspberry Pi 4, LoS

1. PENDAHULUAN

Komunikasi menjadi salah satu hal yang penting untuk menjadi suatu sarana menukar informasi dan

menjadi kebutuhan pokok untuk menjalin hubungan jarak jauh, tapi hal tersebut tidak bisa dilakukan pada daerah terpencil yang tidak terjangkau jaringan sinyal telekomunikasi. Kondisi Indonesia yang memiliki daerah kontur geografis berupa pegunungan dan banyak sungai menjadi penyebab pembangunan infrastruktur fisik menjadi terhambat, termasuk infrastruktur telekomunikasi. Sehingga untuk daerah bencana, sensor *critical* ataupun data-data yang di hasilkan pada daerah terpencil sulit untuk dikirimkan. Latar belakang penelitian bahwa penggunaan radio pada militer sepenuhnya menggunakan radio sebagai alat komunikasi voice maupun data pada militer tidak memanfaatkan jaringan telekomunikasi seperti *Global System for Mobile Communications* (GSM) dikarenakan jika pada posisi yang tidak terjangkau jaringan telekomunikasi maka salah satu solusinya yaitu menggunakan radio sebagai alat komunikasinya. Dengan pesatnya perkembangan teknologi terutama pada dunia militer, sekarang radio sudah diintegrasikan dengan sebuah alat untuk mengirimkan pesan, gambar, maps *tactical* serta kebutuhan lainnya berupa data. Dengan adanya permasalahan jaringan pada daerah terpencil dan menjadikan alat militer sebagai referensi-nya maka pada penelitian ini akan membuat sebuah alat telekomunikasi untuk masyarakat di daerah terpencil yaitu Modem Komunikasi Pada Pita Audio Dengan Modulasi *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing* (OFDM) Sebagai Solusi Jaringan Telekomunikasi di Daerah Terpencil dengan memanfaatkan radio komunikasi.

Pada daerah terpencil seringkali di temui daerah yang tidak terjangkau listrik ataupun susah untuk mendapatkan sumber listrik, maka dalam penelitian ini harus membuat sebuah alat yang bisa di isi oleh sumber tegangan alternatif yaitu seperti *solar cell*, maka dalam penelitian ini peneliti

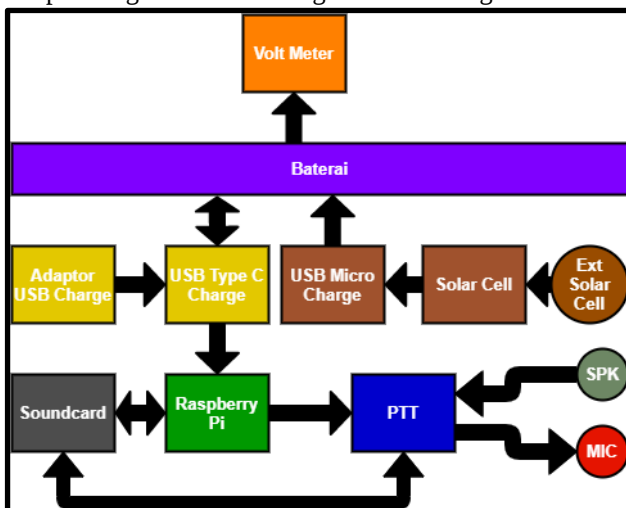
juga membuat alat yang portabel dengan dukungan *solar cell* internal serta ditambahkan dukungan konektor untuk *solar cell* eksternal.

OFDM merupakan sebuah teknik transmisi yang mengubah spektrum sinyal-nya menjadi beberapa *frequency sub-carrier* yang saling orthogonal. OFDM juga merupakan teknik yang efektif dalam penggunaan *bandwidth*. Kondisi ini yang menjadi keunggulan menggunakan teknik transmisi *frequency multicarrier* OFDM di banding teknik transmisi *frequency multicarrier* yang lainnya[1].

2. METODE

2.1. Perancangan Perangkat Keras

Tahap perancangan alat pada sistem diperlukan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Adapun diagram blok rancangan sistem sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram Blok Perancangan Hardware

Pada tahap perancangan perangkat keras terdiri dari beberapa perancangan yaitu mulai dari pembuatan PCB dan Casing alat. Pada proses perancangan alat meliputi beberapa rangkaian yaitu :

1. Single Board Computer (SBC) Raspberry Pi 4 sebagai pemroses, pengirim dan penerima data.
2. USB Soundcard (sebagai port audio pada Raspberry Pi 4)
3. Rangkaian PCB PTT dan Power Supply (sebagai pengontrol radio dan sistem sumber tegangan menggunakan baterai dengan sumber pengisian dari adaptor dan solar cell)

diagram blok untuk perancangan *hardware* pada sistem yang akan di bangun. Otak dari sistem yang akan dibangun menggunakan Raspberry Pi sebagai komponen utama dalam modem yang akan dibangun alasan modul raspberry dipilih adalah karena raspberry memiliki fitur yang canggih dengan dukungan port USB serta bisa menggunakan banyak bahasa pemrograman, jalur data menggunakan USB *soundcard* yang akan terhubung pada jalur USB Raspberry Pi dan menggunakan rangkaian PTT untuk mengontrol Radio transmit, sumber tegangan yang

akan digunakan adalah dengan menggunakan baterai yang akan di isi dayanya oleh 2 sumber yaitu *Adaptor USB charge* dan *Solar cell*. Dalam perancangan sistem harus menyesuaikan dengan permasalahan yang ada di daerah terpencil yaitu salah satunya masalah listrik, maka dalam di dalam perancangan menggunakan *solar cell* sebagai alternatif untuk pengisian daya pada alat.

2.2. Perancangan Perangkat Lunak

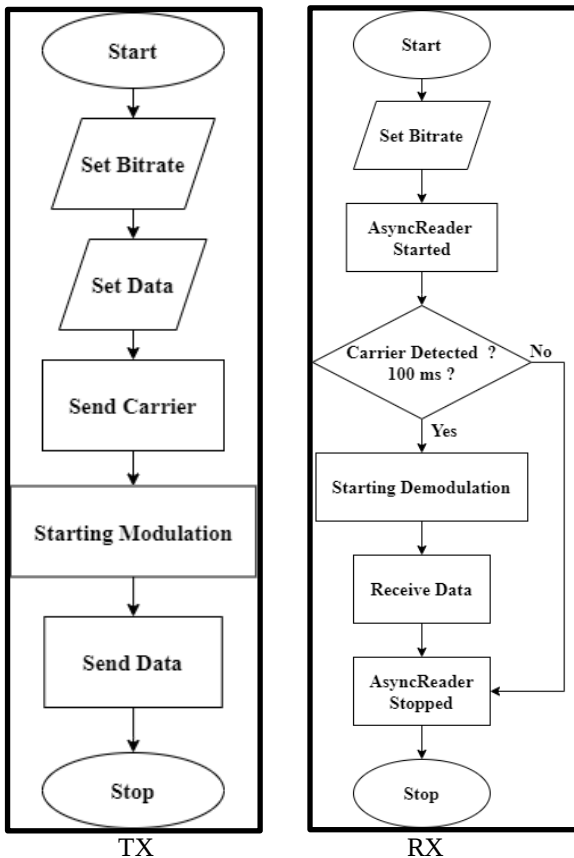
Tahap perancangan Perangkat Lunak (*software*) meliputi beberapa tahapan instruksi program untuk menjalankan susunan rangkaian sistem modem telekomunikasi OFDM, mulai dari pengolah sinyal dari sinyal analog menjadi digital dan sinyal digital menjadi analog, selain itu juga membuat script untuk melakukan sistem otomatis pada Raspberry Pi 4 dengan menyimpan pada *systemd* Raspberry Pi 4.

Perancangan perangkat lunak ini menggunakan aplikasi *software* untuk membuat syntax yaitu aplikasi visual studio code. Pada sistem yang digunakan menggunakan bahasa python dan aplikasi visual studio code adalah aplikasi yang power full karena memuat berbagai macam bahasa pemrograman tergantung kebutuhan bahasa pemrograman yang dibutuhkan karena di dalam aplikasi visual studio code mempunyai *extension* ke beberapa bahasa pemrograman. Dan untuk menunjang pemrograman dan untuk memudahkan makan pemrograman dilakukan pada sistem operasi Linux dan menggunakan terminal untuk melakukan instal dependensi seperti python 3, python-NumPy, portaudio19-dev dan banyak lagi dependensi yang dibutuhkan.

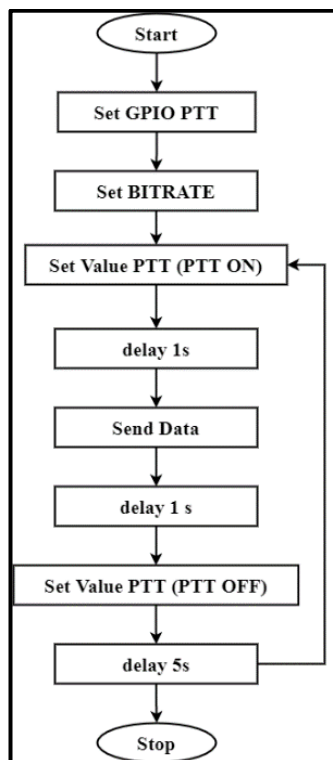
Setelah perancangan sistem modem telekomunikasi OFDM selesai maka tahap selanjutnya adalah melakukan tes independen di laptop tanpa melibatkan Raspberry Pi 4. Sistem pengujian program dilakukan secara *loop back* menggunakan bantuan *soundcard* untuk me-loop back jalur mic ke speaker. Setelah melakukan pengujian sistem dengan cara *loop back* maka tahap selanjutnya adalah menguji sistem menggunakan Radio HT dan laptop dengan tujuan men-simulasi sistem sebenarnya karena sistem pada Raspberry Pi 4 sama konstruksi-nya dengan Linux atau Raspberry Pi 4 menggunakan sistem operasi, maka dengan laptop bisa mewakili sistem yang akan di implementasikan pada Raspberry Pi 4.

Berikut adalah tahapan perancangan perangkat lunak :

1. Pembuatan code system pada visual studio code
2. Install Operasi System Raspberry Pi 4
3. Install dependensi library Raspberry Pi 4
4. Pembuatan script pengiriman otomatis pada Raspberry Pi 4
5. Pembuatan script *systemd* untuk startup aplikasi pada Raspberry Pi 4



Gambar 2. Gambar 2 Flowchart Transmitter dan Receiver

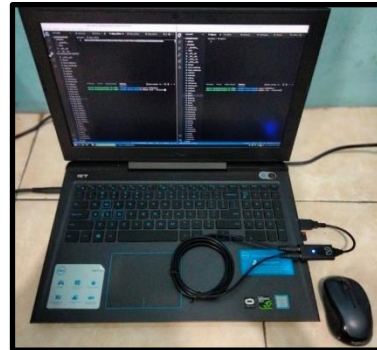


Gambar 3. Flowchart System Otomatis

3. HASIL DAN DISKUSI

Tahapan Pengujian sistem dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui hasil dari perancangan alat yang telah dibuat pada perancangan sistem. Pada pengujian sistem ini terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari pengujian sistem secara simulasi sampai pengujian sistem secara keseluruhan. Dari hasil pengujian dapat di analisa kinerja dari masing-masing bagian sistem.

3.1. Pengujian Sistem menggunakan Laptop dengan cara Loop Back



Gambar 4. Pengujian OFDM loop Back

Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performa sistem tanpa alat komunikasi sebenarnya yaitu Radio HT dan Modem Raspberry Pi, pada pengujian ini dilakukan untuk menguji sistem tanpa gangguan noise yang di timbulkan oleh sistem pada Modem Raspberry Pi dan Radio HT yang bisa menyebabkan kegagalan pada saat mengirimkan data

3.2. Pengujian sistem menggunakan Laptop dan Raspberry Pi



Gambar 5. Pengujian OFDM Raspberry Pi 4 Direct ke laptop

Pada pengujian ini dilakukan setelah melakukan pengujian menggunakan Laptop dengan cara *Loop Back audio* pada USB Soundcard, pengujian ini dilakukan untuk mengetahui performa sistem setelah di tanamkan pada Modul Raspberry Pi yang di jadikan sebagai pemroses data atau alat Modem Komunikasi sesuai dengan tema penelitian. Pengujian ini menggunakan Raspberry Pi 4 dengan alat tambahan yaitu menggunakan USB Soundcard sebagai *output port audio* pada Raspberry Pi 4. Pada pengujian ini Raspberry Pi dijadikan sebagai *transmitter* pada sistem dan Laptop dijadikan sebagai *receiver* pada sistem

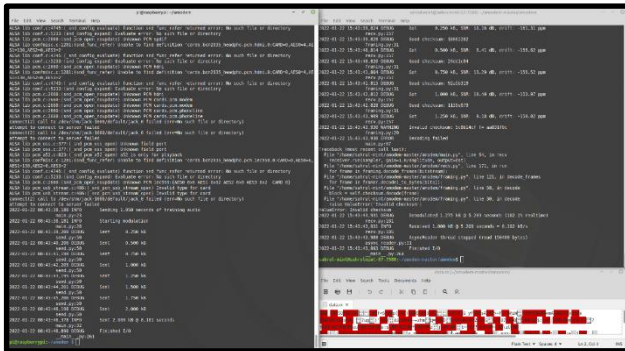
3.3. Pengujian Sistem Raspberry Pi 4, Laptop dan Radio HT



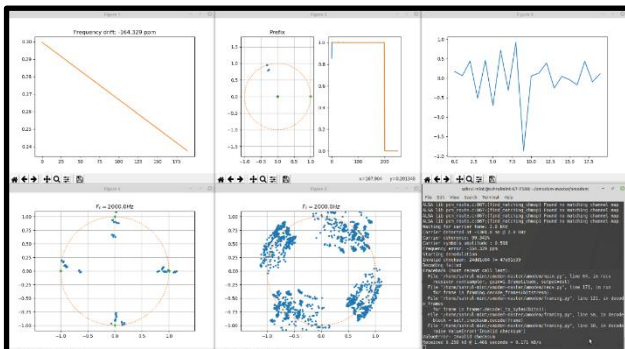
Gambar 6. Pengujian OFDM Raspberry Pi 4 dan Laptop menggunakan HT

Pada pengujian ini adalah pengujian sistem yang sebenarnya yaitu menggunakan Raspberry Pi 4 dan 2 buah radio HT serta bantuan Laptop sebagai sistem Receiver dan pengontrol dari Raspberry Pi 4. Pada pengujian ini dilakukan untuk memverifikasi hasil pengujian yang telah dilakukan secara *direct* dari Raspberry Pi ke Laptop dengan bantuan USB Soundcard dan kabel jack audio 3.5mm, selain untuk memverifikasi hasil pengujian sistem dalam pengujian ini juga dilakukan untuk menemukan frekuensi kerja terbaik yang terdapat pada Radio HT Weierwei dengan BITRATE mulai dari 1, 2, 4, 8, 16, 32, 48, 64, 80 serta data 100 byte, 1k byte, 2k byte, 5k byte dan 10k byte.

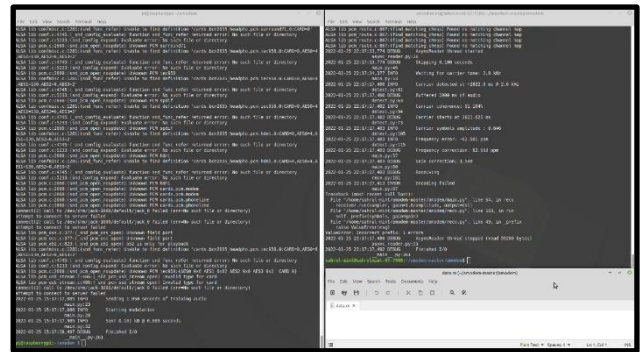
3.4 Error Pengujian Data



Gambar 7. Error Pengujian BITRATE=2 DATA=2K Raspberry Ke Laptop



Gambar 8. Error Pengujian BITRATE=2 DATA=2K Raspberry Ke Laptop



Gambar 9. Error Pengujian BITRATE=2 DATA=1K Frekuensi 480Mhz

Pada pengujian ini dilakukan pengujian untuk menemukan nilai BITRATE tertinggi yaitu mulai pengujian dari BITRATE 1, 2, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 64, 80 dengan pengiriman data karakter yaitu mulai dari 100 byte sampai 160Kbyte.

Hasil pengujian sistem adalah hasil dari pengujian sistem yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya yaitu mulai dari pengujian sistem menggunakan Laptop dengan cara Loop Back dengan tujuan untuk menemukan BITRATE dan data karakter paling tinggi, Raspberry Pi dan Laptop dengan tujuan untuk menemukan BITRATE paling tinggi dan menguji performa sistem yang telah di tanam pada modul Raspberry Pi selanjutnya adalah hasil pengujian terakhir yaitu pengujian sistem secara keseluruhan yaitu menggunakan Raspberry Pi dan Laptop dengan menggunakan alat komunikasi Radio HT Weierwei dengan tujuan untuk menguji performa sistem yang telah di tanam pada modul Raspberry Pi.

3.5. Hasil Pengujian Sistem

Hasil pengujian sistem adalah hasil dari pengujian sistem yang telah dilakukan pada tahap sebelumnya yaitu mulai dari pengujian sistem menggunakan Laptop dengan cara Loop Back dengan tujuan untuk menemukan BITRATE dan data karakter paling tinggi, Raspberry Pi dan Laptop dengan tujuan untuk menemukan BITRATE paling tinggi dan menguji performa sistem yang telah di tanam pada modul Raspberry Pi selanjutnya adalah hasil pengujian terakhir yaitu pengujian sistem secara keseluruhan yaitu menggunakan Raspberry Pi dan Laptop dengan menggunakan alat komunikasi Radio HT Weierwei dengan tujuan untuk menguji performa sistem yang telah di tanam pada modul Raspberry Pi.

3.5.1. Hasil Pengujian Sistem Laptop dengan cara Loop Back

Table 1. Pengujian Sistem Laptop dengan cara Loop Back

BITRATE	Calibrate	Data 100 Byte	Data 1K Byte	Data 2K Byte	Data 5K Byte	Data 10K Byte	Data 160K Byte	Plot Data 100 Byte	Plot Data 1K Byte	Plot Data 2K Byte	Plot Data 5K Byte	Plot Data 10K Byte	Plot Data 160K Byte	Keterangan
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
16	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
24	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
32	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
48	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
64	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
80	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim, Sempat terjadi error pada pengiriman data 1k dan plot data 5k

3.5.2. Hasil Pengujian Sistem Raspberry Pi 4 dan Laptop

Table 2. Pengujian Sistem Raspberry Pi 4 dan Laptop

BITRATE	Calibrate	Data 100 Byte	Data 1K Byte	Data 2K Byte	Data 5K Byte	Data 10K Byte	Data 160K Byte	Plot Data 100 Byte	Plot Data 1K Byte	Plot Data 2K Byte	Plot Data 5K Byte	Plot Data 10K Byte	Plot Data 160K Byte	Keterangan
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	Data semua terkirim, Sempat terjadi error pada pengiriman data 2K dan 10K, error plot data 2K
4	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	Data tidak terkirim sama sekali
8	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	Data tidak terkirim sama sekali
16	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	Error data terkirim sebagian
24	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	sempat terjadi error pada data 100, 5K dan 10K, error data terkirim sebagian
32	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	sempat terjadi error pada data 2K dan 5K, error data terkirim sebagian
48	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	Error data tidak terkirim sama sekali
64	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	sempat error pada data 5K dan 10K, error data terkirim sebagian
80	✓	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✗	Error data terkirim sebagian

Pada pengujian keseluruhan yaitu menggunakan sistem yang terdapat pada Raspberry yang dijadikan sebagai *Transmitter* dan Laptop yang dijadikan *Receiver* pada sistem serta menggunakan Radio HT weierwei, pada hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa frekuensi kerja yang bisa digunakan untuk komunikasi data OFDM ini adalah menggunakan frekuensi VHF *High*, pada frekuensi UHF data tidak terkirim sama sekali hal ini bisa disebabkan oleh frekuensi UHF pada Radio Weierwei memiliki noise yang tinggi ketika dilakukan pengiriman data, atau terdapat filter audio yang menyebabkan sinyal audio yang dikirimkan terpotong oleh filter sehingga data yang terkirim tidak utuh atau tidak dikenali oleh sistem pada *Receiver*. Pengiriman data hanya berhasil pada BITRATE 1 dan 2 saja untuk BITRATE lebih dari 2 tidak bisa mengirim data dikarenakan pada proses kalibrasi terdapat noise pada sistem Radio HT yang menyebabkan sinyal yang terdeteksi oleh receiver tidak dikenali sehingga di anggap noise oleh receiver.

3.6. Pengujian sistem dan jarak

Pada tahap akhir yaitu pengujian sistem terintegrasi untuk mengetahui jarak maksimal pengiriman menggunakan radio HT Weirwei, pengujian ini dilakukan 2 tahap yaitu pengujian pada perkotaan dengan *obstacle* serta pengujian LoS dengan asumsi pengujian transmitter berada di atas gedung sedangkan untuk receivernya berada di bawah dengan mencari jalan lurus tanpa halangan pohon, rumah ataupun gedung. Pengujian jarak mempresentasikan posisi alat pada daerah terpencil dengan keadaan *obstacle* seperti pohon ataupun bukit dan pada keadaan LoS yaitu ketika alat terdapat di atas bukit. Pengujian ini hanya untuk melihat kestabilan alat ketika mengirimkan data pada radio HT dengan kondisi yang berbeda.

3.7. Pengujian jarak medan perkotaan

Pengujian jarak pada perkotaan dilakukan 2 tahap yaitu pertama dilakukan pengetesan *voice* pada radio ht dengan tujuan untuk menentukan jarak maksimal radio ht pada perkotaan setelah pengetesan *voice* telah dilakukan dengan kualitas *voice* cukup dengan jarak maksimal, maka tahap selanjutnya modem OFDM dihubungkan ke radio HT untuk melakukan pengiriman data.

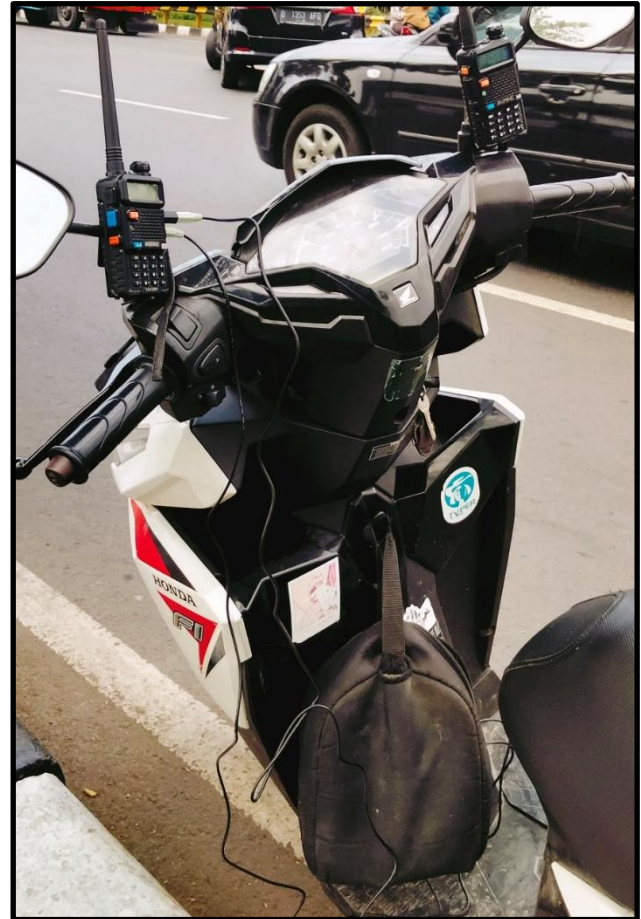


Gambar 10. Pengujian Medan Perkotaan

Pengujian pada medan perkotaan dilakukan untuk bagian penerima di simpan di rumah dan untuk pengirim bergerak statis, medan yang di hadapi yaitu bangunan rumah, kanopi besi, kost-an 5 lantai serta pohon-pohon.

3.6.1. Pengujian jarak medan LoS

Pengujian jarak LoS dilakukan 2 tahap yaitu pertama dilakukan pengetesan *voice* pada radio ht dengan tujuan untuk menentukan jarak maksimal radio ht pada daerah LoS setelah pengetesan *voice* telah dilakukan dengan kualitas *voice* cukup dengan jarak maksimal, maka tahap selanjutnya modem OFDM dihubungkan ke radio HT untuk melakukan pengiriman data.



Gambar 11. Pengujian LoS

Pengujian medan LoS dilakukan di jalan raya tepatnya di jalan Soekarno hatta bypass, pengujian dilakukan di atas gedung A PT Len Industri (Persero) sebagai penerimanya dan pemancar bergerak statis menuju arah lampu merah moch tohha. Pengujian pertama melakukan tes *voice* dengan mencari suara terbaik dan jarak paling maksimal, setelah mendapatkan komunikasi *voice* dan jarak paling maksimal, maka tahap selanjutnya modem dihubungkan ke radio HT dan melakukan pengiriman data.

Table 3. Hasil Pengujian Lapangan

Frekuensi	Jarak		Keterangan
	<i>Obstacle</i>	LoS	
136.575	217 Meter	-	
162.520	-	580 Meter	

3.8. Analisa dan Pembahasan

Berdasarkan pengujian pengiriman data yang dilakukan pada medan *Obstacle* perkotaan dan medan LoS data berhasil di kirim namun ada kondisi penerima tidak bisa menerima data yang terdapat *Bit Error Rate* (BER) sehingga data rusak yang menyebabkan penerima tidak mengenali data yang dikirimkan oleh Modem OFDM. Hal ini dikarenakan pada sistem OFDM terdapat *noise* tegangan yang ikut terkirim melalui jalur audio modem OFDM dan masuk pada bagian audio Radio HT sehingga data yang di terima pada penerima terdapat *noise* tegangan.

Jarak maksimal menggunakan radio HT weirwei untuk medan perkotaan adalah 217 meter sedangkan untuk jarak medan LoS adalah 580 meter. Pengujian medan LoS dilakukan di atas gedung dengan asumsi tidak ada penghalang ketika memancar. Sesuai dengan karakter pada frekuensi VHF bahwa sinyal pengaruh terhadap medan yang dilalui, semakin banyak halangan yang dilalui maka jarak yang dihasilkan akan semakin pendek sedangkan jika tidak ada halangan maka jarak yang dihasilkan bisa jauh.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada modem telekomunikasi OFDM menggunakan Radio HT sebagai Transceiver-Nya yang telah dirancang, maka diperoleh hasil sebagai berikut :

1. Modem Telekomunikasi OFDM berhasil mengirimkan dan menerima data melalui jalur audio pada Radio HT berupa data karakter dengan *extension* .txt dengan konten "AKU CINTA INDONESIA.. BRAVO..."
2. Modem Telekomunikasi OFDM menggunakan teknik modulasi OFDM dengan modulasi simbol BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM dan 256-QAM.
3. Komunikasi Data Modem Telekomunikasi OFDM menggunakan Radio HT Weierwei dengan frekuensi VHF 136 MHz – 174 MHz, Pengujian data berhasil dilakukan pada medan *obstacle* perkotaan dengan jarak 217 meter dengan frekuensi 136.575 MHz serta medan LoS dengan jarak 518 dengan frekuensi 162.520 MHz. Jarak pengiriman data tergantung pada power Radio yang digunakan semakin besar power maka semakin jauh jarak pengiriman data, serta jarak jangkauan tergantung oleh medan yang di hadapi, ketika medan LoS maka jarak jangkauan akan semakin jauh, pengaruh medan berlaku untuk radio dengan frekuensi tinggi atau FM yaitu dari 30 MHz – 3GHz, tetapi jika menggunakan Radio dengan frekuensi HF maka jarak jangkauan akan jauh karena tidak tergantung dari medan yang di hadapi tetapi untuk frekuensi HF pengaruh terhadap propagasi, cuaca dan waktu.

5. Saran

1. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan *User Interface* (UI) berupa tambahan LCD *touchscreen* atau LCD dan *keypad*.
2. Menambahkan sistem energi alternatif *solar cell* dengan fitur *Battery Management System* (BMS) agar sistem energi alternatif dapat diaplikasikan dengan sistem yang termonitor.
3. Sistem dapat dikembangkan dengan menambahkan fitur *Bluetooth* atau Wifi agar dapat berkomunikasi dengan alat melalui jalur nirkabel sehingga menjadi alat yang mendukung kemajuan teknologi yaitu IoT.
4. Sistem dapat dikembangkan seperti sistem *Short Message Service* (SMS) yang dapat memisahkan pesan masuk dan pesan keluar serta dapat menyimpan *draf* atau *template*.

5. Sistem dapat dikembangkan dengan perangkat lain karena sistem pada raspberry kadang kala *corrupt* dikarenakan penyimpanan data dan sistem pada SD Card maka ketika power hilang atau di matikan dengan paksa maka ketika sistem sedang menulis pada SD Card tidak selesai maka sistem dapat *corrupt*.
6. Sistem dapat dikembangkan dengan mengganti perangkat yang lebih kecil dengan *power consumption* yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. M. D. Aryanta, A. Ramadhan, *PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI SISTEM ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING (OFDM) ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEXING DENGAN MENGGUNAKAN DSK TMS320C6713*, vol. 2. Bandung: JETT, 2015. [Online]. Available: <http://eprints.itenas.ac.id/26/1/JETT.pdf>
- [2] Wikipedia, "Modem," *Wikipedia*, 2010. <https://lms.onnocenter.or.id/wiki/index.php/Modem> (accessed Jul. 04, 2022).
- [3] M. Iqbal, "Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)," *Telkomuniversiti*. <https://miqbal.staff.telkomuniversity.ac.id/orthogonal-frequency-division-multiplexing-ofdm/> (accessed Jul. 04, 2022).
- [4] L. M. Siahaan, E. Setijadi, and D. Kuswidiastuti, "Rancang Bangun Modulator BPSK untuk Komunikasi Citra pada ITS-Sat," *J. Tek. Pomits*, vol. 2, no. 2, pp. 276–280, 2013, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/151259-ID-rancang-bangun-modulator-bpsk-untuk-komu.pdf>
- [5] R. D. Wibisono and Y. Christyono, "Perancangan Modulator Dan Demodulator Quadrature Phase Shift Keying (Qpsk) Dengan Rangkaian Balance Modulator," *Transmisi*, vol. 16, no. 2, pp. 69–78, 2014.
- [6] R. H. Subrata and F. Gozali, "Simulasi Teknik Modulasi Ofdm Qpsk Dengan Menggunakan Matlab," *JETri*, Vol. 12, Nomor 2, Februari 2015, Hal. 1 - 18, ISSN 1412-0372, vol. 12, no. 2, pp. 1–18, 2015.
- [7] F. K. Nuraziz, "Mengenal Raspberry Pi Lebih Dekat," *Ristex*, 2019. <https://medium.com/ristex/mengenal-raspberry-pi-lebih-dekat-188e3e1ba9aa> (accessed Jul. 17, 2022).
- [8] D. Tn, "RASPBERRY PI," *academia.edu*, 217AD. https://www.academia.edu/35657022/RASPBERRY_PI (accessed Jul. 17, 2022).
- [9] Components101, "Raspberry Pi 3," *Components101*, 2018. <https://components101.com/microcontrollers/raspberry-pi-3-pinout-features-datasheet>

- [10] A. Panduan, "Pengertian dan Fungsi Sound Card Beserta Jenisnya Lengkap," *Panduan Komputer Laptop*. <https://panduankomputer-laptop.blogspot.com/2016/09/pengertian-dan-fungsi-sound-card.html>
- [11] D. Kho, "Pengertian Sel Surya (*Solar cell*) dan Prinsip Kerjanya," *Teknik Elektronika*, 202AD. <https://teknikelektronika.com/pengertian-sel-surya-solar-cell-prinsip-kerja-sel-surya/> (accessed Jul. 23, 2022).
- [12] G. Tasari, "Mengenal Visual Studio Code," *GAMELAB INDONESIA*, 2021. <https://www.gamelab.id/news/468-mengenal-visual-studio-code> (accessed Jul. 17, 2022).