

Analisis Sinyal Komunikasi UAV Menggunakan SDR

(Skripsi)

Oleh

Muhammad Hanif



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2018

ABSTRACT

UAV COMMUNICATION SIGNAL ANALYSIS USING SDR

BY

MUHAMMAD HANIF

The airspace security of UAV is needed to prevent unwanted things happen. However, before hacking the UAV, the authority must identify the information sent by remote control. The steps to get the information sent are channel searching, signal recording and signal interpretation. Searching the frequency channel is done by using HackRF One device and Gqrx software. The frequency channels used in this research are 2.417 GHz, 2.433 GHz, 2.449 GHz and 2.465 GHz. Afterward, the signal recording is conducted at the frequency of 2.465 GHz with several conditions. The recorded signal is then analysed, so that the results of each frame consist of 144 bits or 18 bytes, that contain preamble, address, payload and CRC. After that, the signal is translated to get the information needed. The information consist of preamble with the bit format of 10101010, meanwhile the address used of a109245706 bytes. The payload consists several information about the UAV movements such as throttle, yaw, pitch and roll, which are the 7th, 9th, 8th and 10th bytes. Finally, the tested object has a CRC16 type.

Keywords – Signal, HackRF One, SDR, UAV

ABSTRAK

ANALISIS SINYAL KOMUNIKASI UAV MENGGUNAKAN SDR

OLEH

MUHAMMAD HANIF

Tindakan pengamanan wilayah udara dari UAV diperlukan untuk mencegah terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan. Namun, sebelum menghentikan UAV, harus terlebih dahulu mengetahui informasi yang dikirimkan oleh *remote control*. Proses untuk mendapatkan informasi yang dikirimkan yaitu pencarian kanal dan perekaman sinyal. Pencarian kanal frekuensi dilakukan dengan menggunakan perangkat keras HackRF One dan perangkat lunak Gqrx, pada penelitian ini didapatkan kanal frekuensi yang digunakan yaitu pada frekuensi 2,417 GHz; 2,433 GHz; 2,449 GHz dan 2,465 GHz. Kemudian, dilakukan perekaman sinyal pada frekuensi 2,465 GHz dengan beberapa kondisi, menggunakan perangkat keras HackRF One dan perangkat lunak *Universal Radio Hacker* (URH) Sinyal rekaman kemudian dianalisis, sehingga didapatkan hasil setiap *frame* terdiri dari 144 bit atau 18 byte, yang di dalamnya terdapat *preamble*, *address*, *payload* dan CRC. Sinyal yang telah didapat kemudian diterjemahkan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan. Didapatkan beberapa informasi, yaitu *preamble* yang digunakan adalah 10101010, *address* yang digunakan adalah a109245706, *payload* yang berisi informasi pergerakan UAV yaitu *throttle*, *yaw*, *pitch* dan *roll*, yang secara berurutan terdapat pada *byte* ke 7, 9, 8 dan 10, dan CRC yang digunakan adalah CRC16.

Kata Kunci – Sinyal, HackRF One, SDR, UAV

ANALISIS SINYAL KOMUNIKASI UAV MENGGUNAKAN SDR

Oleh

Muhammad Hanif

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

pada

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2018**

**Judul Skripsi : ANALISIS SINYAL KOMUNIKASI UAV
MENGUNAKAN SDR**

Nama Mahasiswa : Muhammad Hanif

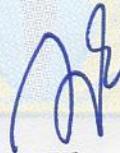
Nomor Pokok Mahasiswa : 1315031060

Jurusan : Teknik Elektro

Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP 19731128 199903 1 005

2. Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.
NIP 19731128 199903 1 005

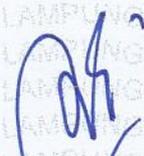
Disahkan Tanggal : 13 Agustus 2018

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc.



Penguji

Bukan Pembimbing

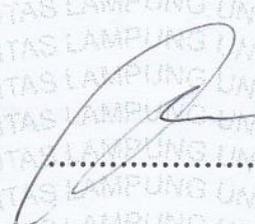
: Misfa Susanto, S.T., M.Sc., Ph.D.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Mona Arif Muda, S.T., M.T.

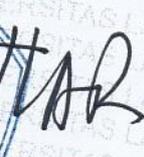


2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Drs. Suharno, Ph.D.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 8 Juni 2018

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Hanif

NPM : 1315031060

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini dibuat oleh saya sendiri. Adapun karya orang lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dicantumkan sumbernya pada daftar pustaka.

Apabila saya tidak benar maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandarlampung, 13 Agustus 2018



Muhammad Hanif

NPM 1315031060

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta, pada tanggal 29 Agustus 1995. Penulis merupakan anak kedua dari lima bersaudara dari pasangan Bapak Abdul Rosid dan Ibu Nurlaela.

Mengenai riwayat pendidikan, penulis lulus Sekolah Dasar di SDIT Al-Furqon Jakarta pada tahun 2007, lulus Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 19 Jakarta pada tahun 2010, lulus Sekolah Menengah Atas di SMK Telkom Sandhy Putra Jakarta pada tahun 2013, dan diterima di Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro (HIMATRO) Fakultas Teknik sebagai Sekretaris Departemen Informasi dan Komunikasi, Forum Silaturahmi dan Studi Islam Fakultas Teknik (FOSSI-FT) sebagai Ketua Departemen Media Informasi dan Bina Rohani Islam (BIROHMAH) Universitas Lampung sebagai Ketua Departemen Hubungan Masyarakat. Selain itu, penulis pernah menjadi Asisten Laboratorium Teknik Telekomunikasi.

PERSEMBAHAN

Bismillaahirrohmaannirrohiim

Kupersembahkan skripsiku ini untuk

“KEDUA ORANG TUAKU & KALIAN”

yang selalu mendukung secara moril maupun materil,

memberikan ilmu dan pengalaman yang luar biasa,

meluangkan waktu yang sangat berharga dan

mendo’akan dengan sebaik-baik do’a.

---TERIMAKASIH---

MOTO

**"JIKA KALIAN BERBUAT BAIK,
SESUNGGUHNYA KALIAN
BERBUAT BAIK
BAGI DIRI KALIAN SENDIRI"**
~QS. AL-ISRA : 7~

**"SESUNGGUHNYA
BERSAMA KESULITAN ITU
ADA KEMUDAHAN"**
~QS. AL-INSYIRAH : 6~

**"JANGAN MARAH,
MAKA BAGIMU SURGA"**
~AL-HADITS~

**"SEBAIK-BAIK MANUSIA
ADALAH MEREKA YANG BERMANFAAT
BAGI ORANG LAIN"**
~AL-HADITS~

SANWACANA

Bismillaahirrohmaannirrohiim

Segala puji bagi Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya telah memberikan kekuatan dan kemampuan berpikir kepada penulis dalam penyelesaian penulisan Skripsi ini sehingga laporan ini dapat selesai. Sholawat dan salam tak lupa penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW karena dengan perantara beliau kita semua dapat merasakan nikmatnya ibadah, nikmatnya bersyukur, dan insya Allah nikmatnya surga.

Skripsi ini berjudul “Analisis Sinyal Komunikasi UAV Menggunakan SDR“ yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Selama menjalani pengerjaan skripsi ini, penulis mendapatkan bantuan pemikiran maupun dorongan moril dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan kali ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Suharno, M.Sc., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung
3. Bapak Dr. Ing. Ardian Ulvan, S.T., M.Sc. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung sekaligus Dosen Pembimbing yang telah memberikan waktunya untuk membimbing dan mengajarkan banyak hal
4. Bapak Dr. Herman Halomoan S, S.T.,M.T. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Lampung
5. Bapak Misfa Susanto, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Penguji atas masukan dan ilmunya guna membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi
6. Bapak Mona Arif Muda, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji atas masukan dan ilmunya guna membuat skripsi ini menjadi lebih baik lagi
7. Bapak Osea Zebua, S.T., M.T. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan nasihat
8. Ibu Dr. Ing. Melvi, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Teknik Telekomunikasi atas bantuannya selama penulis mengerjakan skripsi

9. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Elektro, atas didikan, arahan dan bimbingan yang telah diberikan
10. Umi dan Abi yang selalu memberikan semangat, dukungan, nasihat, dan do'a yang tak henti-hentinya selama ini
11. Aa Naufal, Abdan, Hilmy dan Ihsan yang selalu menjadi motivasi untuk menyelesaikan skripsi ini
12. Electrical Engineering 13 atas pengalaman, kebersamaan dan kekeluargaan yang kalian semua berikan sejak awal masuk kuliah sampai saat ini
13. Bujang Birohmah 2016 dan ADK FT 2013 atas ikatan ukhawah selama ini
14. Teman-teman asisten dan staf Laboratorium Teknik Telekomunikasi yang menemani penulis mengerjakan skripsi ini siang dan malam
15. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu per satu yang telah membantu serta mendukung penulis dari awal kuliah sampai dengan terselesaikannya skripsi ini.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Bandarlampung, 10 Agustus 2018

Penulis

Muhammad Hanif

DAFTAR ISI

ABSTRACT.....	i
ABSTRAK.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iv
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
SURAT PERNYATAAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP.....	vii
PERSEMBAHAN.....	viii
MOTO.....	ix
SANWACANA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	3
1.4 Rumusan Masalah.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Pustaka.....	5
2.2 <i>Unmanned Aerial Vehicle (UAV)</i>	6
2.3 <i>Software Defined Radio (SDR)</i>	8
2.4 HackRF One.....	10
2.5 Gqrx.....	11
2.6 <i>Universal Radio Hacker (URH)</i>	13
2.6.1 Fitur Perekaman Sinyal.....	14
2.6.2 Fitur <i>Interpretation</i>	15

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Metode Kerja.....	17
3.3.1 Diagram Alir Penelitian.....	17
3.3.2 Skenario Penelitian.....	18
3.3.3 Proses Pencarian Kanal.....	19
3.3.4 Proses Pengambilan Data.....	20
3.3.5 Penulisan Laporan.....	20
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Implementasi Penelitian.....	21
4.1.1 Pencarian Kanal.....	21
4.1.2 Perekaman Sinyal.....	27
4.1.3 Penerjemahan Sinyal.....	29
4.2 Hasil dan Analisis.....	35
BAB 5 KESIMPULAN.....	37
5.1 Kesimpulan.....	37
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	1
LAMPIRAN.....	2

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan perangkat keras.....	5
Tabel 2.2 Layer OSI.....	8
Tabel 4.1 Kanal frekuensi komunikasi <i>remote control</i> dan UAV.....	27
Tabel 4.2 Sinyal digital pada 9 kondisi pergerakan UAV.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pergerakan dasar UAV.....	7
Gambar 2.2 Blok diagram SDR.....	8
Gambar 2.3 HackRF One.....	10
Gambar 2.4 Antarmuka Gqrx.....	12
Gambar 2.5 Antarmuka URH.....	13
Gambar 2.6 Jendela <i>Record Signal</i>	14
Gambar 2.7: Fitur <i>interpretation</i>	15
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian.....	17
Gambar 3.2 Skenario penelitian.....	18
Gambar 3.3 Diagram alir proses pencarian kanal.....	19
Gambar 4.1 Tampilan Gqrx dalam kondisi <i>off</i>	21
Gambar 4.2 Tampilan jendela memilih perangkat.....	22
Gambar 4.3 Gqrx dengan $F = 2,417$ GHz, <i>remote control</i> dalam kondisi <i>on</i>	23
Gambar 4.4 Gqrx dengan $F = 2,417$ GHz, <i>remote control</i> dalam kondisi <i>off</i>	23
Gambar 4.5 Gqrx dengan $F = 2,433$ GHz, <i>remote control</i> dalam kondisi <i>on</i>	24
Gambar 4.6 Gqrx dengan $F = 2,433$ GHz, <i>remote control</i> dalam kondisi <i>off</i>	24
Gambar 4.7 Gqrx dengan $F = 2,449$ GHz, <i>remote control</i> dalam kondisi <i>on</i>	25
Gambar 4.8 Gqrx dengan $F = 2,449$ GHz, <i>remote control</i> dalam kondisi <i>off</i>	25
Gambar 4.9 Gqrx dengan $F = 2,465$ GHz, <i>remote control</i> dalam kondisi <i>on</i>	26
Gambar 4.10 Gqrx dengan $F = 2,465$ GHz, <i>remote control</i> dalam kondisi <i>off</i>	26
Gambar 4.11 Melakukan perekaman sinyal.....	27
Gambar 4.12 Perekaman sinyal pada kondisi 1.....	29
Gambar 4.13 Pengaturan parameter fitur <i>interpretation</i> pada kondisi 1.....	29
Gambar 4.14 Tampilan bentuk sinyal per <i>frame</i>	30
Gambar 4.15. <i>Frame structure</i> nRF24L01+.....	31
Gambar 4.16 Hasil rekaman sinyal <i>frame</i> 1 pada kondisi 1.....	32
Gambar 4.17 Sinyal <i>frame</i> 1 pada kondisi 1.....	32
Gambar 4.18 Sinyal digital <i>frame</i> 16 dan <i>frame</i> 30 pada kondisi 1.....	34
Gambar 4.19 Sinyal digital <i>frame</i> 31 pada kondisi 1.....	34

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pesawat terbang tanpa awak atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) terus mengalami perkembangan. UAV sekarang dapat melakukan berbagai macam hal, seperti melakukan penyiraman pada lahan pertanian, mengirimkan barang maupun hanya sekadar hobi. Pada tahun 2013, harga UAV semakin beragam, mulai dari ratusan ribu rupiah sampai puluhan juta rupiah. Dikarenakan harga yang semakin beragam ini, maka semakin banyak orang yang dapat memiliki UAV dengan harga yang terjangkau.

Semakin banyak orang yang memiliki UAV, maka diperlukan adanya aturan yang mengatur tentang wilayah terbang, batas ketinggian terbang, maupun sanksi yang dikenakan jika melanggar. Aturan diperlukan untuk melindungi keselamatan, keamanan dan kepentingan publik masyarakat itu sendiri.

Di Indonesia terdapat Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia yaitu PM 180 Tahun 2015 tentang “Pengendalian Pengoperasian Sistem Pesawat Udara Tanpa Awak di Ruang Udara yang dilayani Indonesia” dan PM 47 Tahun 2016

tentang “Perubahan atas Peraturan PM 180 Tahun 2015”. Kemudian, diperlukan juga tindakan pengamanan jika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan.

Ketika sebuah UAV memasuki kawasan yang dilarang dimasuki, seperti bandar udara, tempat yang memiliki privasi maupun tempat yang membutuhkan tingkat keamanan yang tinggi, maka diperlukan cara untuk menghentikan UAV. Beberapa cara untuk menghentikan UAV, yaitu dengan menghentikan secara fisik UAV atau bisa melalui media komunikasi yang digunakan oleh UAV.

Menghentikan UAV melalui media komunikasinya memerlukan informasi tentang sinyal yang dikirimkan dari *remote control* ke UAV. Informasi tersebut nantinya dapat dimanfaatkan untuk melakukan *hacking*. Maka, pada penelitian ini akan dilakukan analisis terhadap sinyal yang dikirimkan oleh *remote control* ke UAV menggunakan HackRF One.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Melakukan analisis pada sinyal yang dikirimkan oleh *remote control* menggunakan *Software Defined Radio* (SDR)
2. Mendapatkan informasi dari sinyal yang dikirimkan oleh *remote control*.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui cara mendapatkan informasi dari suatu sinyal menggunakan teknologi *Software Defined Radio* (SDR)
2. Informasi yang didapat bisa digunakan pada penelitian selanjutnya.

1.4 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam skripsi ini adalah:

1. Frekuensi *carrier* yang digunakan adalah frekuensi untuk komunikasi antara *remote control* dan UAV
2. Bagaimana mendapatkan informasi dari sinyal yang dikirimkan *remote control*.

1.5 Batasan Masalah

Pada penulisan ini pembahasan dibatasi pada:

1. UAV yang digunakan adalah Syma X5HW
2. Sinyal komunikasi yang dianalisis adalah sinyal antara *remote control* dan UAV
3. Informasi yang ingin didapatkan berupa pergerakan dasar UAV, seperti *throttle, yaw, pitch* dan *roll*
4. *Software Defined Radio* (SDR) yang digunakan adalah Gqrx, *Universal Radio Hacker* dan HackRF One.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan penulisan dan pemahaman mengenai materi skripsi ini, maka tulisan dibagi menjadi lima bab, yaitu:

Bab 1 Pendahuluan

Memuat latar belakang, tujuan, manfaat, perumusan masalah, batasan masalah, hipotesis, dan sistematika penulisan.

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Menjelaskan landasan teori yang digunakan dalam penelitian dan membahas penelitian yang telah dan akan dilakukan berhubungan dengan penelitian.

Bab 3 Metode Penelitian

Menjelaskan mengenai metode penelitian yang digunakan, berisi waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, dan tahap-tahap perancangan.

Bab 4 Hasil dan Pembahasan

Membahas pengujian dan hasil penelitian dari kinerja alat atau sistem yang telah dirancang.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Memuat simpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Pustaka

Penelitian yang dilakukan oleh Ojonav Hazarika dan Amit Kumar Mishra yang berjudul *A Review of Hardware Platforms for Whitespace Communication* berisi tentang perbandingan beberapa perangkat keras, yaitu USRP N210, Nuand BladeRF, Zepto SDR dan HackRF One. Perbandingan dari keempat perangkat keras tersebut disajikan dalam Tabel 2.1 [1]:

Tabel 2.1 Perbandingan perangkat keras

	USRP N210	Nuand BladeRF	Zepto SDR	HackRF One
<i>Operational bandwidth</i>	DC – 6 GHz	300 MHz – 3 GHz	300 MHz – 3 GHz	30 MHz – 6 GHz
<i>Instantaneous bandwidth</i>	100 MHz	28 MHz	28 MHz	20 MHz
<i>Computational</i>	Spartan-3A DSP FPGA	Altera Cyclone-4 FPGA	Zynq-7020	CPLD
<i>Interfaces</i>	USB 2.0	USB 3.0	2 Gbps Ethernet, HDMI, UART-USB, JTAG-USB, etc	USB 2.0
<i>Sample size (ADC/DAC)</i>	12 bit	12 bit	12 bit	8 bit
<i>Price</i>	<i>High</i>	<i>Low</i>	<i>Highest</i>	<i>Lowest</i>

Penelitian yang dilakukan oleh Khai T. Phan yang berjudul *Brief Announcement: Passive and Active Attacks on Audience Response Systems Using Software Defined Radio* [2]. Dilakukan eksploitasi dan dokumentasi kerentanan dari *clickers* yang berusaha melakukan kecurangan menggunakan HackRF One dan GNU Radio. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pada percobaan *sniffing*, peneliti dapat dengan mudah mendapatkan jawaban orang lain dengan jarak 10 kaki – 25 kaki .

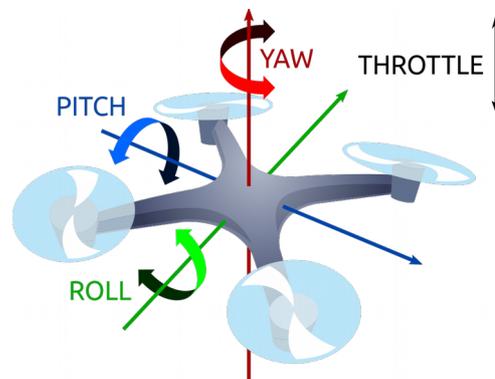
Dalam penelitian yang dilakukan oleh Johannes Pohl yang berjudul *Universal Radio Hacker: A Suite for Wireless Protocol Analysis* [3]. Peneliti membuat sebuah perangkat lunak untuk para peneliti lain yang dinamakan *Universal Radio Hacker* (URH). Perangkat lunak ini fokus pada pemecahan kriptografi maupun menganalisis logika protokol. Kemudian dari kajian literatur yang diatas, analisis terhadap sinyal yang dikirimkan *remote control* ke UAV dapat dilakukan menggunakan perangkat keras berupa HackRF One dan perangkat lunak berupa URH.

2.2 Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

Istilah *Unmanned Aerial Vehicle* atau UAV mulai digunakan secara umum pada awal 1990-an untuk menggambarkan pesawat robot dan menggantikan istilah *Remotely Piloted Vehicle* (RPV), yang digunakan selama perang Vietnam [4]. UAV yang pada awalnya digunakan ketika peperangan saja, kini UAV lebih banyak digunakan untuk membantu pekerjaan manusia. Pada badan UAV

ditambahkan perangkat lain untuk membantu pekerjaan manusia, seperti kamera, alat penyiraman, maupun kotak untuk mengantarkan barang.

UAV dikendalikan dan dimonitor oleh *ground station*, *ground station* dapat berupa *remote control* maupun komputer. Media komunikasi yang digunakan oleh *ground station* untuk mengendalikan UAV menggunakan frekuensi radio, namun tidak semua pita frekuensi dapat digunakan sebagai media komunikasi UAV. Dua pita frekuensi yang diperbolehkan digunakan UAV untuk komunikasi yaitu pada frekuensi 2,4000 – 2,4835 MHz dan 5,470 – 5725 MHz [5]. UAV yang digunakan pada penelitian ini adalah tipe Syma X5HW dengan frekuensi operasi 2,4 GHz, menggunakan 4 kanal [6].



Gambar 2.1 Pergerakan dasar UAV

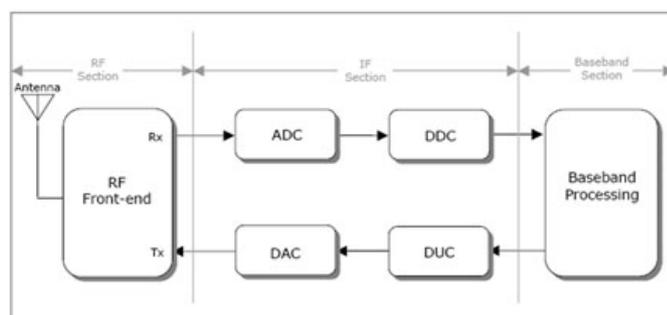
Pada Gambar 2.1 terdapat 4 pergerakan dasar pada UAV, yaitu *throttle*, *yaw*, *pitch* dan *roll*. *Throttle* menggerakkan UAV naik atau turun, *yaw* membuat UAV bergerak berputar ke kanan atau ke kiri, *pitch* menggerakkan UAV ke depan atau ke belakang dan *roll* menggerakkan UAV ke kanan atau ke kiri.

2.3 Software Defined Radio (SDR)

Software Defined Radio (SDR) adalah sebuah radio di mana beberapa atau semua fungsi dari *physical layer* didefinisikan pada perangkat lunak. *Physical layer* merupakan salah satu lapisan dari *Open System Interconnection (OSI) Layer* seperti dapat dilihat pada Tabel 2.2 [7].

Tabel 2.2 Layer OSI

	<i>Data Unit</i>	#	<i>Name</i>	<i>Function</i>
<i>Host layers</i>	<i>Data</i>	7	<i>Application</i>	<i>Network process to application</i>
		6	<i>Presentation</i>	<i>Data representation and encryption</i>
		5	<i>Session</i>	<i>Interhost communication</i>
	<i>Segment</i>	4	<i>Transport</i>	<i>End-to-end connections and reliability</i>
<i>Media layers</i>	<i>Packet</i>	3	<i>Network</i>	<i>Path determination, logical addressing</i>
		2	<i>Data Link</i>	<i>Physical addressing</i>
		1	<i>Physical</i>	<i>Media, signal, and binary transmission</i>



Gambar 2.2 Blok diagram SDR

RF (*Radio Frequency*) yang juga disebut RF *front-end*, memiliki fungsi sebagai pengirim ataupun penerima sinyal RF dari antenna melalui *coupler* dan melakukan

perubahan dari RF menjadi IF (*Intermediate Frequency*). RF *front-end* pada bagian penerima akan menerima sinyal dan dilakukan penguatan menggunakan *Low Noise Amplifier* (LNA), kemudian dilakukan *down conversion* dari RF ke IF. Sedangkan, pada bagian pengirim, RF *front-end* akan melakukan *up conversion* dari IF ke RF, kemudian dilakukan penguatan sinyal RF menggunakan *High Power Amplifier* (HPA).

Blok ADC (*Analog to Digital Converter*) yang berada pada sisi pengirim berfungsi untuk mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital, sedangkan blok DAC (*Digital to Analog Converter*) yang berada pada sisi penerima berfungsi untuk mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog. Blok *Digital Down Converter* (DDC)/*Digital Up Converter* (DUC) melakukan proses modulasi dan demodulasi digital pada level IF.

SDR ideal merupakan radio yang seluruh komponennya diimplementasikan oleh perangkat lunak, termasuk juga untuk tingkat RF. Namun, karena keterbatasan teknologi, SDR ideal masih belum dapat diwujudkan [8].

2.4 HackRF One



Gambar 2.3 HackRF One

HackRF One dari Great Scott Gadgets adalah sebuah *Software Defined Radio* (SDR) yang mampu mengirimkan atau menerima sinyal radio dari 1 MHz sampai 6 GHz. Perangkat dari HackRF One dapat dilihat pada Gambar 2.3. Dirancang untuk memungkinkan pengujian dan pengembangan teknologi radio generasi modern. Spesifikasi dari HackRF adalah sebagai berikut [9]:

1. Frekuensi operasi 1 MHz-6GHz
2. Komunikasi *half-duplex*
3. Sample rate sampai 20 Msps
4. Dapat digunakan dengan berbagai macam perangkat lunak (GNU Radio, SDR# dan lainnya)
5. Rx *gain*, Tx *gain* dan *baseband filter* dapat dikonfigurasi dengan menggunakan perangkat lunak
6. USB 2.0
7. *Open source*.

2.5 Gqrx

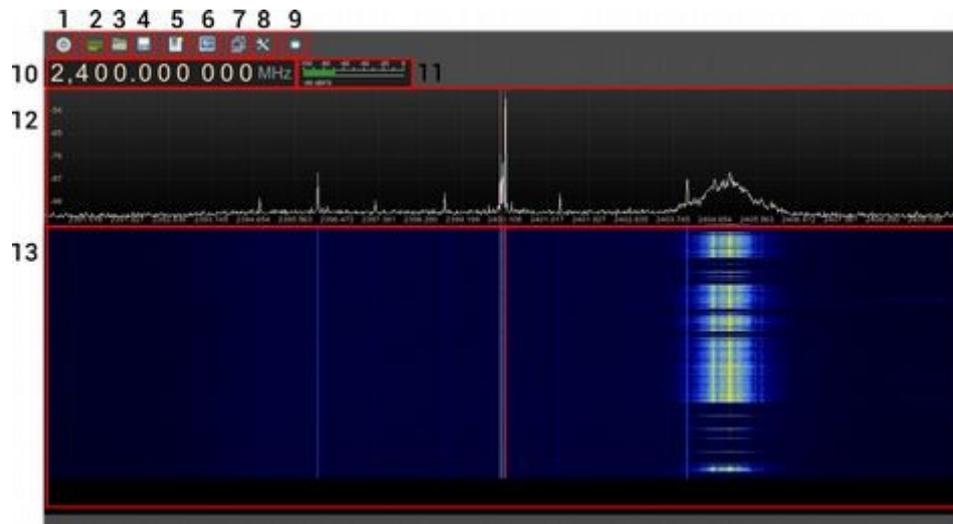
Gqrx adalah sebuah perangkat lunak SDR dengan sistem pengembangan *open source*. Gqrx dapat berfungsi sebagai *spectrum analyzer*. Gqrx mendukung banyak perangkat keras SDR yang tersedia, termasuk perangkat Airspy, Funcube Dongles, rtl-sdr, HackRF One dan USRP.

Gqrx dilisensikan di bawah lisensi *GNU General Public* yang mengizinkan siapapun memperbaiki dan memodifikasinya untuk penggunaannya. Versi terbaru dari Gqrx adalah versi 2.6, tersedia untuk Linux, FreeBSD, Mac dan Raspberry Pi, beberapa fitur Gqrx adalah sebagai berikut [10]:

1. Mode *spectrum analyzer*
2. Menemukan perangkat yang terhubung ke komputer
3. Mengubah frekuensi, *gain* dan menentukan berbagai nilai
4. Plot FFT dan plot *waterfall*
5. Merekam dan memutar audio ke/dari *file WAV*.

Fitur *Spectrum Analyzer*

Fitur ini merupakan fitur utama dari Gqrx. Antarmuka dan penjelasan dari fitur ini dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Antarmuka Gqrx

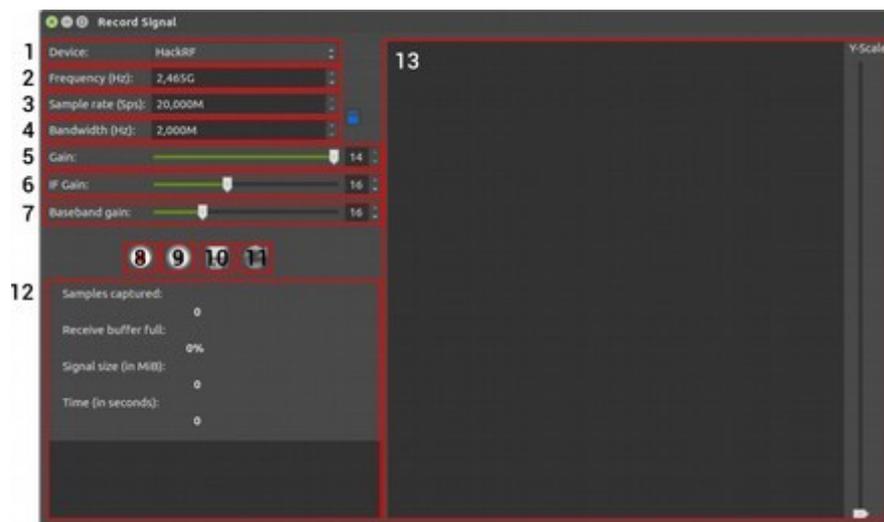
Keterangan:

1. *Start DSP*, untuk mengaktifkan Gqrx
2. *Configure I/O device*, untuk memilih perangkat keras yang digunakan
3. *Load previously stored configuration*, untuk memanggil kembali pengaturan yang telah lalu
4. *Save current configuration*, untuk menyimpan pengaturan sekarang
5. *Bookmark the current frequency and mode*, untuk menandai frekuensi dan mode sekarang
6. *Record and play I/Q data*, untuk merekam dan memutar I/Q data
7. *remote control via TCP*, untuk mengontrol Gqrx via TCP
8. *Configure remote control settings*, untuk mengatur pengontrolan Gqrx

2.6.1 Fitur Perekaman Sinyal

Fitur ini dapat dimunculkan dengan memilih *File > Record signal...* pada URH.

Kemudian, akan muncul tampilan seperti Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Jendela Record Signal

Keterangan:

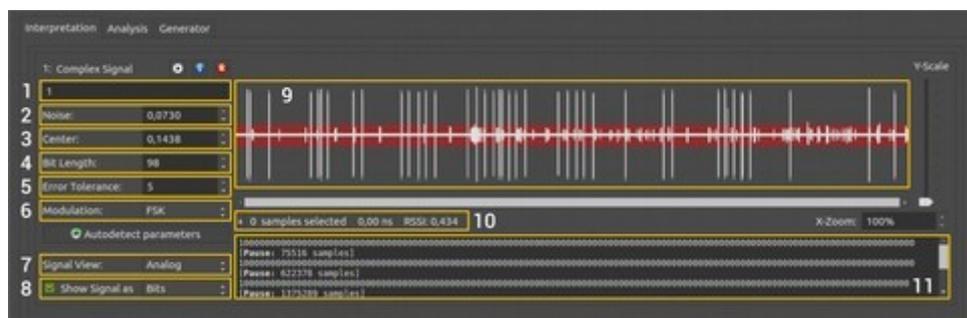
1. *Device*, perangkat yang digunakan untuk melakukan perekaman
2. *Frequency (Hz)*, frekuensi yang akan direkam dalam satuan Hertz
3. *Sample rate (Sps)*, banyaknya jumlah sampel yang diambil
4. *Bandwidth (Hz)*, lebar cakupan frekuensi yang dipakai oleh sinyal
5. *Gain*, penguatan pada penerima HackRF One
6. *IF Gain*, penguatan pada *Intermediate Frequency*
7. *Baseband Gain*, penguatan pada baseband
8. Tombol *Record*, untuk memulai perekaman
9. Tombol *Stop*, untuk menghentikan perekaman
10. Tombol *Save*, untuk menyimpan hasil perekaman
11. Tombol *Refresh*, untuk membersihkan layar gambaran sinyal

12. Informasi perekaman sinyal

13. Layar gambaran sinyal

2.6.2 Fitur *Interpretation*

Penerjemahan sinyal menggunakan fitur *interpretation* dengan menentukan parameter-parameter yang ada seperti pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7: Fitur interpretation

Keterangan:

1. Nama *file*, nama *file* yang sedang dibuka
2. *Noise*, menentukan batas *noise*
3. *Center*, menentukan garis tengah
4. *Bit Length*, panjang 1 bit
5. *Error Tolerance*, toleransi eror
6. *Modulation*, jenis modulasi
7. *Signal View*, tampilan sinyal hasil rekaman dalam *analog* atau *demodulated*
8. *Show Signal as*, tampilan sinyal demodulasi dalam bits, hex atau ASCII
9. Sinyal hasil rekaman
10. Informasi mengenai sinyal yang dipilih
11. Sinyal demodulasi (digital).

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian skripsi ini dilaksanakan pada:

Waktu : Juli 2017 – April 2018

Tempat : Laboratorium Teknik Telekomunikasi

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

A. Kebutuhan Perangkat Keras

1. Satu unit Laptop Acer Aspire 4752
2. Satu unit HackRF One
3. Satu unit UAV Syma X5HW dan *remote control*

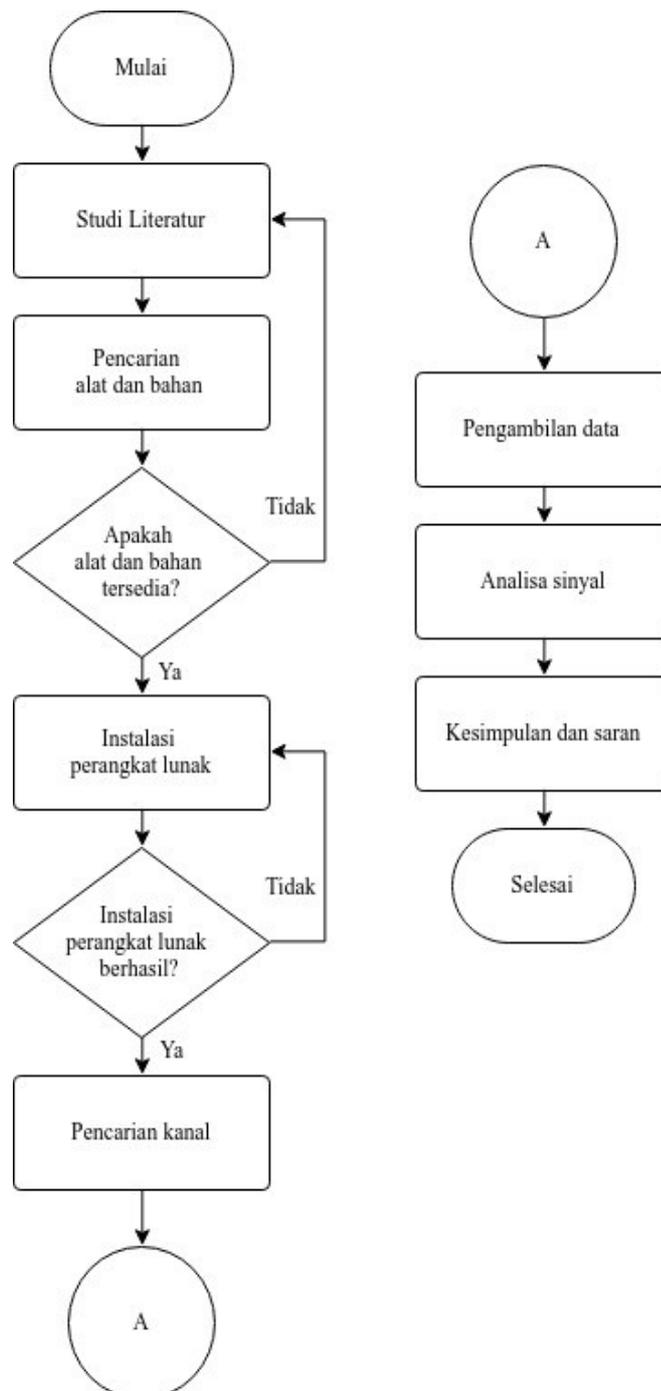
B. Kebutuhan Perangkat Lunak

1. Sistem operasi Ubuntu 16.04 LTS
2. HackRF
3. Gqrx
4. *Universal Radio Hacker (URH)*

3.3 Metode Kerja

3.3.1 Diagram Alir Penelitian

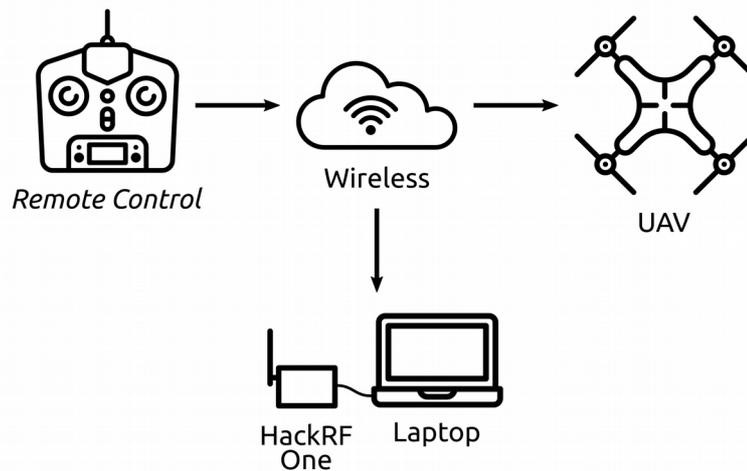
Alur penelitian yang dilakukan pada penelitian ini terdapat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

3.3.2 Skenario Penelitian

Skenario penelitian yang akan digunakan untuk pencarian kanal dan pengambilan data dapat dilihat pada Gambar 3.2.

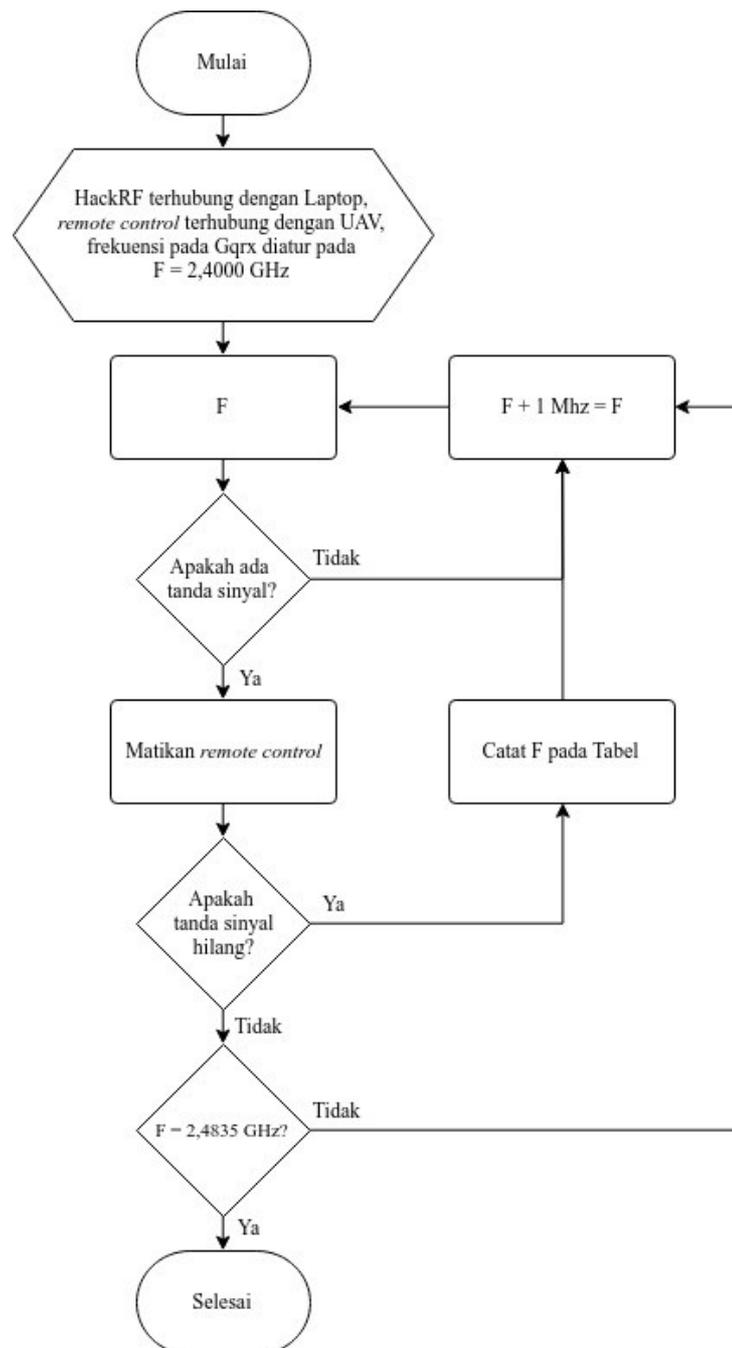


Gambar 3.2 Skenario penelitian

Komunikasi antara *remote control* dan UAV menggunakan media komunikasi *wireless*. *remote control* akan memancarkan sinyal dan UAV akan menerima sinyal tersebut. Namun, HackRF One juga dapat menerima sinyal tersebut karena sinyal yang dikirimkan *remote control* menyebar ke segala arah. Sinyal yang diterima oleh HackRF One kemudian akan diolah menggunakan Gqrx untuk mendapatkan kanal frekuensi yang digunakan dan URH untuk mendapatkan informasi pergerakan UAV.

3.3.3 Proses Pencarian Kanal

Proses pencarian kanal ini menggunakan HackRF One dan Gqrx. Diagram alir dari proses pencarian kanal dapat dilihat pada Gambar 3.3:



Gambar 3.3 Diagram alir proses pencarian kanal

3.3.4 Proses Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan melakukan perekaman pada sinyal yang dipancarkan oleh *remote control* menggunakan HackRF One dan URH. Pengambilan data dilakukan di Laboratorium Teknik Telekomunikasi, Universitas Lampung. Hasil perekaman sinyal yang didapat kemudian akan dianalisis untuk mendapatkan data pergerakan UAV yang dibutuhkan. Adapun data yang dibutuhkan adalah data pergerakan UAV, seperti *throttle*, *yaw*, *pitch* dan *roll*

3.3.5 Penulisan Laporan

Pada tahap ini dilakukan penulisan laporan berupa tahap penelitian, cara pengambilan data dan analisis. Kemudian diambil kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Informasi pergerakan UAV berupa *throttle*, *yaw*, *pitch* dan *roll* dapat diketahui dengan menggunakan perangkat SDR, yang dalam penelitian ini menggunakan Gqrx, URH dan HackRF One
2. Terdapat gangguan pada proses transmisi yang menyebabkan terjadinya perubahan informasi antara sinyal yang dikirimkan dengan sinyal yang diterima
3. Panjang 1 frame sinyal informasi yang didapatkan yaitu sepanjang 144 bit atau 18 byte, yang di dalamnya terdapat *preamble*, *address*, *payload* dan CRC
4. *Preamble* pada penelitian ini adalah 10101010, yang merupakan awalan setiap *frame*
5. *Address* atau alamat tujuan yang digunakan adalah a109245706
6. Pada bagian *payload* terdapat informasi pergerakan UAV diantaranya berupa *throttle*, *yaw*, *pitch* dan *roll*, yang secara berurutan terdapat pada *byte* ke 7, 9, 8 dan 10
7. CRC yang digunakan adalah CRC16 karena terdiri dari 16 bit.

5.2 Saran

Berdasarkan pengalaman selama penelitian, terdapat beberapa saran, yaitu:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan objek yang memiliki referensi maupun *datasheet* komponen yang lebih jelas
2. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk menggunakan RF *chamber* sebagai tempat pengujian dan pengambilan data, agar terhindar dari interferensi pada proses transmisi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. Hazarika and A. K. Mishra, "A Review of Hardware Platforms for Whitespace Communication," in *White Space Communication*, A. K. Mishra and D. L. Johnson, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2015, pp. 33–48.
- [2] K. T. Phan, R. Ewing, D. Starobinski, and L. Xin, "Brief Announcement: Passive and Active Attacks on Audience Response Systems Using *Software Defined Radios*," in *Stabilization, Safety, and Security of Distributed Systems*, vol. 10616, P. Spirakis and P. Tsigas, Eds. Cham: Springer International Publishing, 2017, pp. 405–409.
- [3] J. Pohl and A. Noack, "*Universal Radio Hacker: A Suite for Wireless Protocol Analysis*," 2017, pp. 59–60.
- [4] L. R. Newcome, *Unmanned Aviation: A Brief History of Unmanned Aerial Vehicles*. AIAA, 2004.
- [5] B. Vergouw, H. Nagel, G. Bondt, and B. Custers, "Drone Technology: Types, Payloads, Applications, Frequency Spectrum Issues and Future Developments," in *The Future of Drone Use*, vol. 27, B. Custers, Ed. The Hague: T.M.C. Asser Press, 2016, pp. 21–45.
- [6] *User Manual Syma X5HW*. Syma.
- [7] E. Grayver, *Implementing Software Defined Radio*. New York, NY: Springer New York, 2013.
- [8] "SOFTWARE DEFINED RADIO (SDR) | PT Len Industri (Persero)," 09-Mar-2012. .
- [9] "Great Scott Gadgets - HackRF One." [Online]. Available: <https://greatscottgadgets.com/hackrf/>. [Accessed: 09-Apr-2018].
- [10] Alexandru Csete, "Gqrx SDR – Open Source *Software Defined Radio*." [Online]. Available: <http://gqrx.dk/>. [Accessed: 09-Apr-2018].
- [11] J. Pohl, *urh: Universal Radio Hacker: investigate wireless protocols like a boss*. 2018.