

IMPLEMENTASI GR-RC UNTUK ENCODING – DECODING MOBIL REMOTE CONTROL

IMPLEMENTATION GR-RC FOR ENCODING – DECODING REMOTE CONTROL CAR

Markus Tirto Darmadi, Moch Fahru Rizal, S.T., M.T., Setia Juli Irzal Ismail, S.T., M.T.

Program Studi D3 Teknik Komputer, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

markustirto@gmail.com

Abstrak

Dalam penulisan proyek akhir ini membahas mengenai encoding – decoding mobil remote control. Software Defined Radio (SDR) yang digunakan adalah HackRF yang dapat menangkap sinyal gelombang radio 27 Mhz. Aplikasi yang digunakan adalah Git Repository Remote Control (Gr-RC) untuk memproses encoding – decoding gelombang radio 27 Mhz. Tujuan dari penulisan proyek akhir ini adalah untuk membuktikan bahwa gelombang radio yang di hasilkan oleh remote bisa di tangkap oleh HackRF lalu di proses dan di teruskan ke mobil remote control. Hasil dari proses ini bisa di simpulkan bahwa remote yang menghasilkan gelombang untuk menggerakkan mobil remote control dapat di encoding, diproses gelombang nya, lalu bisa di decoding melalui HackRF untuk di teruskan ke mobil remote control.

Abstract

In this final project writing discusses the encoding - decoding remote control car. Software Defined Radio (SDR) used is HackRF which can capture 27 Mhz radio wave signal. The application used is Git Repository Remote Control (Gr-RC) to process the 27 Mhz radio-decoding decoding. The purpose of writing this final project is to prove that the radio waves generated by the remote can be captured by HackRF and then in the process and forwarded to the car remote control. The result of this process can be concluded that the remote generating wave to move the remote control car can be encoded, processed its wave, then can be decoding via HackRF to be forwarded to remote control car.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada era modern ini, beberapa peralatan elektronik sudah di bekali dengan pengendali jarak jauh. Sehingga pengguna elektronik sudah tidak perlu lagi bersentuhan langsung dengan benda elektronik untuk dapat mengendalikan suatu benda elektronik. Remote Controller atau yang biasa kita sebut pengendali jarak jauh adalah benda yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah benda dari jarak jauh dengan gelombang radio. Pada umumnya, pengendali jarak jauh di gunakan untuk memberikan perintah dari kejauhan kepada barang – barang elektronik seperti TV, DVD, atau AC.

mobil remote control adalah sejenis mobil mainan yang di kendalikan dengan menggunakan modul transmitter yang menggunakan frekuensi 27 MHz. Umum nya jarak kendali nya adalah 20 meter sampai dengan 30 meter.

Software Defined Radio (SDR) Adalah sebuah alat yang bisa menggantikan fungsi dari remote control. HackRF adalah alat yang berfungsi untuk sebagai pemancar sinyal radio yang menggantikan fungsi BTS. Jarak gelombang yang bisa dikirim dan diterima dengan gelombang sebesar 27 MHz kurang lebih 30m. HackRF berfungsi sebagai receiver (RX) dan transceiver (TX) gelombang. HackRF bisa membaca gelombang yang di hasilkan oleh Remote Control, dan juga bisa mengeluarkan gelombang seperti Remote Control.

Aplikasi Git Repository Remote Control (Gr-RC) dibuat untuk dapat membantu proses encoding – decoding gelombang sinyal mobil remote control.

Encoding – Decoding adalah proses dimana menerima sinyal (Encoding) gelombang radio, lalu data yang diterima akan di kirim kembali (Decoding) setelah data telah di proses.

Pada penelitian kali ini menggunakan remote control Car (RC-Car). HackRF akan merekam gelombang Remote Control yang di hasilkan oleh remote, dan akan di decoding – encoding dengan bantuan aplikasi Gr-RC sehingga HackRF dapat menghasilkan gelombang yang sama dan akan menggerakkan RC-Car tersebut .

1.2 Rumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah dalam penyusunan Proyek Akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik gelombang radio mobil *remote control* yang ditangkap oleh HackRF ?
2. Bagaimana mengendalikan mobil *remote control* dengan HackRF?
3. Bagaimana proses *decoding* dan *encoding* gelombang radio mobil *remote control* ?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah diatas maka diambil beberapa tujuan dari penyusunan Proyek Akhir ini sebagai berikut :

1. Mengimplementasikan HackRF untuk menangkap gelombang radio mobil *remote control*.
2. Mengimplementasikan Gr-RC untuk mengendalikan mobil *remote control*.

3. Mengimplementasikan *encoding* – *decoding* gelombang radio mobil *remote control*

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari Proyek Akhir ini adalah :

1. Mobil *remote control* yang di gunakan berukuran 1:24.
2. Menggunakan mobil *remote control* frekuensi 27 Mhz.
3. SDR yang digunakan adalah HackRF.
4. Aplikasi yang digunakan adalah Gr-RC.
5. Menggunakan metode *analog to digital converter*.
6. Tidak membahas secara detail tentang sifat gelombang radio.
7. Tidak membahas secara detail tentang keamanan jaringan.

1.5 Definisi Operasional

Terdapat beberapa definisi operasional yang ada dalam sistem yang akan dibangun yaitu:

1. HackRF
HackRF adalah sebuah perangkat *hardware* berbasis komputer yang berfungsi sebagai penangkap dan pemberi sinyal.
2. GNURadio
GNURadio adalah sebuah perangkat lunak yang berfungsi seagai alat pemrosesan sinyal untuk mengimplementasikan SDR (*Software Defined Radio*).
3. Mobil Remote Control
Mobil *remote control* adalah mobil mainan yang di kendalikan dengan modul *transmitter*. Mobil mainan ini berukuran 1:24 dari ukuran mobil asli.
4. *Encoding* adalah proses mengubah sinyal dari sumber kedalam bentuk yang lebih optimal untuk keperluan komunikasi data dan penyimpanan data.
5. *Decoding* adalah proses mengekstrak data yang telah di ubah bentuk nya ke dalam bentuk asli nya yang berasal dari sumber.
6. Gr-RC adalah program yang membantu proses *encoding* – *decoding* sinyal gelombang mobil *remote control*.

1.6 Metode Pengerjaan

Pada proyek akhir ini menggunakan metode pengerjaan sebagai berikut:

1. Analisis Kebutuhan
Mencari aplikasi dan perangkat keras yang dibutuhkan untuk proyek akhir melalui situs

web, kemudian memahami cara kerja dari aplikasi tersebut, setelah itu melakukan diskusi dengan dosen pembimbing untuk mendapatkan saran mengenai aplikasi dan perangkat keras yang digunakan. Sebagian besar aplikasi yang digunakan adalah aplikasi berbasis radio.

2. Implementasi
Melakukan instalasi aplikasi dan perangkat keras yang telah didapatkan dari tahap analisis. Aplikasi yang dibutuhkan untuk proyek akhir ini adalah UHD, GNU Radio, Pip, Git, PyBOMBS, Prefix, Gr-osmosdr dan GR-RC.
3. Pengujian Aplikasi
Pengujian aplikasi yang sudah diimplementasi pada sistem operasi ubuntu 16.04 untuk mengetahui cara kerja aplikasi yang digunakan. Diantaranya pengujian perangkat keras HackRF, aplikasi GNURadio dan aplikasi GR-RC yang dapat menangkap frekuensi sinyal data dari remote (*encoding*) yang lalu di proses oleh GNURadio dengan aplikasi GR-RC lalu di teruskan oleh HackRF (*decoding*) ke mobil *remote control*.
4. Penyusunan Laporan
Setelah pengujian dilakukan, informasi dan hasil yang didapatkan ditulis pada laporan untuk dijadikan bahan tulisan yang dapat dibaca oleh masyarakat.

2. Tinjau Pustaka

2.1 Ubuntu 16.04

Menurut [4] Ubuntu Versi 16.04 “Xenial Xerus” merupakan distribusi Linux yang paling populer menggunakan user interface Unity yang khas dan disesuaikan. Xenial Xerus merupakan edisi dengan dukungan jangka panjang “Long Term Support” (LTS) selama 5 tahun, berupa dukungan keamanan berikut jalur upgrade yang mudah di bandingkan rilis versi LTS (14.04) sebelumnya.

2.2 SDR (Software Defined Radio)

Menurut [1] *Software Defined Radio* (SDR) ada yang menyebut juga software radio (SWR) diperkenalkan pertama kali pada tahun 1991 oleh Joseph Mitola. Istilah SDR ini digunakan untuk menunjuk sebuah kelas radio yang dapat dikonfigurasi ulang sehingga menghasilkan sebuah jenis perangkat komunikasi nirkabel dengan mode dan bend frekuensi ditentukan oleh fungsi perangkat lunak. SDR memiliki keuntungan karena sifat fleksibilitas (*flexibility*), lengkap dan dapat dikonfigurasi ulang secara mudah (*complete and easy reconfigurability*) dapat disekala, dapat diprogram ulang (*reprogrammability*) secara dapat diperluas (*expandability*).

2.3 PyBOMBS

Menurut [3] PyBOMBS (Python Build Overlay Managed Bundle System) adalah sistem manajemen baru yang digunakan untuk proses installasi

GNURadio agar dapat berjalan dengan baik. GNU radio dasarnya menggunakan bahasa pemrograman python. Tujuan utama PyBombs adalah untuk menggabungkan beberapa aplikasi yang digunakan untuk menyelesaikan suatu proyek dengan menggunakan bahasa pemrograman python. Maka PyBombs merupakan sistem dasar yang harus ada sebelum menggunakan GNURadio.

2.4 GNU Radio

Menurut [5] GNU Radio adalah perangkat lunak untuk membangun dan menyebarkan perangkat lunak sistem radio. Kerangka GNU Radio menyediakan pemrosesan sinyal yang panjang dan pengolahan blok untuk berkomunikasi dengan perangkat keras. GNU Radio telah digunakan array besar aplikasi radio dunia nyata, termasuk pengolahan audio, berkomunikasi ponsel, pelacakan satelit, sistem radar, jaringan GSM, dll..

2.5 GNURadio

Menurut [2] HackRF adalah Perangkat Lunak yang Ditetapkan Radio yang mampu mentransmisikan atau menerima sinyal radio dari 1 MHz sampai 6 GHz. Dirancang untuk memungkinkan uji coba dan pengembangan teknologi radio generasi modern dan berikutnya. HackRF One adalah platform perangkat keras open source yang bisa digunakan sebagai perangkat USB atau diprogram untuk operasi yang berdiri sendiri.



Gambar 2-1 HackRF Blue

2.6 Swig

Menurut [7] Simple Wrapper and Interface Generator (SWIG) adalah perangkat lunak sumber terbuka yang digunakan untuk menghubungkan program komputer atau perpustakaan yang ditulis dalam bahasa C atau C++ dengan bahasa scripting seperti Lua, Perl, PHP, Python, R, Ruby, Tcl, dan bahasa lainnya. Seperti C#, Java, JavaScript, Go, Modula-3, Ocaml, Octave, Scilab dan Scheme. Output juga bisa dalam bentuk XML atau Lisp S-expression.

2.7 Pip

Menurut [6] Pip adalah sistem manajemen paket yang digunakan untuk menginstal dan mengelola paket perangkat lunak yang ditulis dengan python.

2.8 OsmocomSDR

Menurut [9] OsmocomSDR adalah perangkat lunak gratis yang digunakan pada SDR (*Software Defined Radio*).

2.9 Gr-RC

Menurut [10] GR-RC adalah aplikasi menggunakan GNURadio untuk merekam dan membalas sinyal RF, dan juga bisa untuk bel pintu, pengendali gerbang, kunci mobil, dan mobil *remote control*.

2.10 Encoding

Menurut [8] Encoding adalah proses menempatkan urutan karakter (huruf, angka, tanda baca, dan simbol tertentu) ke dalam format khusus untuk transmisi yang efisien atau penyimpanan.

2.11 Decoding

Menurut [8] Decoding adalah proses yang berlawanan – konversi dari format yang disandikan kembali ke urutan asli dari karakter.

2.12 Audacity

Menurut [11] Audacity adalah perangkat lunak untuk merekam dan editing audio.

3. Analisis dan Perancangan

3.1 Analisis

Berikut ini adalah pembahasan mengenai analisis sistem yang sedang berjalan dan analisis sistem yang akan dibangun.

3.1.1 Gambaran Sistem Saat Ini

Cara kerja sistem saat ini



Gambar 3- 1 Topologi Sistem Saat Ini

3.1.3 Cara Kerja Sistem

Cara kerja sistem saat ini adalah perintah yang berasal dari *remote control*, akan langsung di terima oleh mobil *remote control*. Jika *remote control* memerintah “maju”, maka mobil *remote control* akan maju. Begitu juga dengan perintah - perintah lain nya.

3.1.4 Analisis Kebutuhan Sistem

Adapun analisis kebutuhan fungsional pada sistem yaitu :

1. PC digunakan untuk mengoperasikan *software* dan juga keseluruhan signal *processing* yang akan dimonitoring.
2. *Software* GNU Radio dioperasikan diatas Operasi Sistem Linux.

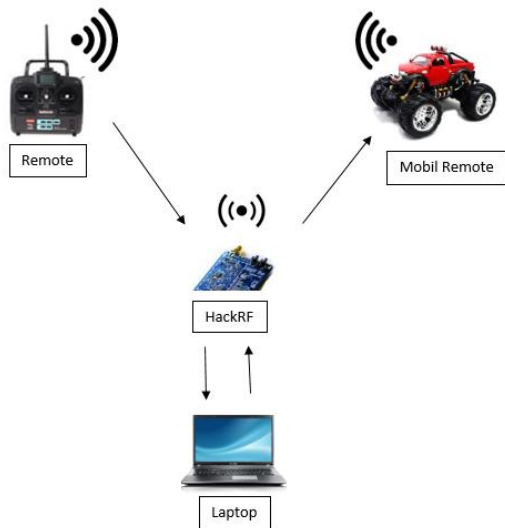
3. SDR HackRF untuk menangkap sinyal dan mengembalikan sinyal.
4. Audacity untuk menganalisa sinyal.

3.2 Perancangan Sistem

Di bawah ini adalah pemaparan gambaran sistem usulan.

3.2.1 Gambaran Sistem Usulan

Berikut ini adalah gambaran sistem usulan yang akan di buat untuk menyelesaikan proyek akhir ini.



Gambar 3- 2 Blok Diagram Sistem Usulan

3.2.2 Cara Kerja

Proyek akhir ini akan dibangun menggunakan perangkat HackRF yang mampu menangkap gelombang sebesar 27Mhz, perangkat ini mampu berjalan pada OS Linux dan Windows. Pada implementasi proyek akhir ini akan dijalankan menggunakan OS Linux Ubuntu 16.04.2 dan menggunakan aplikasi GNURadio yang didalamnya terdapat *PyBOMBS* berbasis pemrograman *python*. Pada aplikasi *PyBOMBS* terdapat bermacam-macam fitur aplikasi didalam nya. Salah satu aplikasi *PyBOMBS* yang digunakan dalam proyek akhir ini adalah Gr-RC. Gelombang sinyal radio yang dipancarkan melalui *remote* akan ditangkap oleh HackRF, lalu akan diteruskan ke GNURadio, kemudian di analisa dengan menggunakan aplikasi *audacity* agar bisa di modifikasi, lalu di kirim kembali melalui HackRF kepada mobil remote control. Dan juga bisa menggunakan fungsi keyboard sebagai pengendali mobil *remote control* menggunakan aplikasi *python*.

3.2.3 Spesifikasi Sistem

Spesifikasi sistem yang digunakan pada penelitian proyek akhir ini terbagi menjadi dua yaitu perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*).

3.2.4.1 Perangkat Keras

Perangkat keras merupakan komponen yang terlihat secara fisik, demikian perangkat keras yang digunakan dapat dilihat pada tabel 3-1 berikut.

Tabel 3- 1 Spesifikasi Sistem Perangkat Keras

Jenis	Keterangan	Spesifikasi
Hack RF Blue	Sebagai Penangkap dan melepas sinyal	DVBT TV-DVD (MPEG-2), FM Radio, DAB radio, WMA. Range Frequency 5 Mhz – 6 Ghz
Mobil Remote Control	Sinyal gelombang yang akan di proses.	Berfrekuensi 27 MHz Ukuran mobil remote control adalah 1:24
Laptop	Untuk menampilkan hasil monitoring	Processor - Intel Core i5 3317U, Clockspeed - 1.7Ghz Turbo Boost 2.6 Ghz, HDD - 750 GB RAM - 6 GB

3.2.4.2 Perangkat Lunak

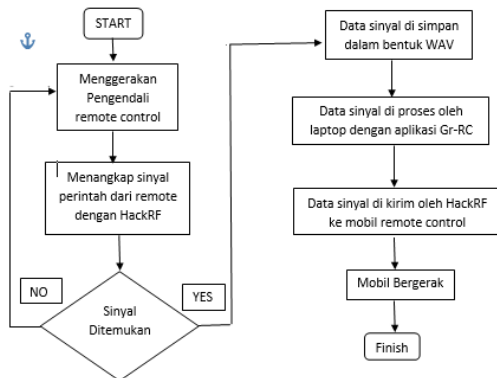
Spesifikasi sistem *software* yang digunakan dalam perancangan ini terdapat pada tabel 3-2 berikut.

Tabel 3- 2 Spesifikasi Sistem Perangkat Lunak

No.	Software	Keterangan
1.	OS	Ubuntu 16.04
3.	SDR Driver	HackRF Driver
3.	UHD	Driver GNURadio
4.	Aplikasi SDR	GNURadio, Gr-RC, Python
5.	Pybombs	Sebagai proses instalasi GNURadio agar dapat berjalan dengan baik.

3.3 Flowchart Sistem

Di bawah ini adalah tampilan *flowchart* dari sistem:



Gambar 3- 3 Flowchart Sistem

Deskripsi:

Saat start menghubungkan perangkat SDR dengan dukungan HackRF driver pada laptop. Menangkap sinyal yang telah di gerakan oleh remote oleh HackRF dengan bantuan aplikasi GNURadio. Jika sinyal data sudah ditemukan, maka sinyal data akan disimpan dalam bentuk WAV. Jika sinyal data belum ditemukan, maka kembali lagi ke tahap start. Sinyal data yang telah disimpan, akan dipakai untuk menjalankan aplikasi Gr-RC. Lalu sinyal data yang telah di proses oleh Gr-RC, akan di kirim ke mobil remote control melalui HackRF. Lalu mobil akan bergerak dengan perintah aplikasi Gr-RC.

4 Implementasi dan Pengujian

4.1 Implementasi

Implementasi bertujuan untuk menerapkan analisis dan perancangan yang telah dilakukan sehingga aplikasi dapat diinstalasi dan dikonfigurasi, aplikasi yang digunakan seperti : git, pybombs, gnuradio, uhd, gr-gsm, kalibrate, wireshark, dan library pendukung untuk aplikasi-aplikasi tersebut. Berikut langkah-langkah instalasi aplikasi yang digunakan untuk proyek akhir ini :

4.2.1 Instalasi Pip

Instalasi pip sangat diperlukan, karena git merupakan perintah pada terminal ubuntu atau distro linux lainnya untuk menghubungkan library yang dibutuhkan aplikasi. Git dapat diinstal dengan mengetikkan perintah berikut pada terminal :

```
# sudo apt install git
```

4.2.2 Instalasi Git

Instalasi git sangat diperlukan, karena git merupakan perintah pada terminal ubuntu atau distro linux lainnya untuk menghubungkan library yang dibutuhkan aplikasi. Git dapat diinstal dengan mengetikkan perintah berikut pada terminal

```
# sudo apt install git
```

4.2.3 Instalasi PyBOMBS Pada Ubuntu 16.04

Pybombs pada dasarnya merupakan sistem manajemen paket untuk instalasi aplikasi GNU Radio namun pybombs menyediakan paket aplikasi.

```
# sudo pip install PyBOMBS
# sudo pip install --upgrade
git+https://github.com/gnuradio/pybombs.git
# pybombs auto-config
# pybombs recipes add-defaults
# pybombs prefix init ~/prefix -a myprefix -R
gnuradio-default
```

4.2.4 Instalasi gr-osmosdr pada Ubuntu 16.04

Aplikasi gr-osmosdr berguna untuk membantu perangkat SDR (Software Defined Radio). Ada pula paket aplikasi lain nya yang ada di dalam instalasi gr-osmosdr yaitu , UHD, HackRF, dan aplikasi driver dan aplikasi pembantu untuk perangkat SDR. Instalasi menggunakan manajemen PyBOMBS. Berikut langkah instalasinya.

```
# sudo pybombs install gr-osmosdr
```

4.2 Pengujian

1. *Me-record* sinyal dari remote, disimpan dalam bentuk file “.WAV” lalu di *replay* ke mobil *remote control* oleh HackRF.
2. Menggunakan aplikasi Audacity untuk menganalisa bentuk sinyal gelombang, dan untuk memodifikasi sinyal gelombang mobil *remote control*.
3. Mengubah bentuk file “.WAV” menjadi bentuk file “.RAW” dengan bantuan Audacity , lalu dipindahkan ke dalam folder GR-RC, setelah itu sinyal data tersebut akan digunakan untuk menjalankan aplikasi GR-RC dengan menekan “Q, W, E, A, D, Z, X, C” pada fungsi keyboard .

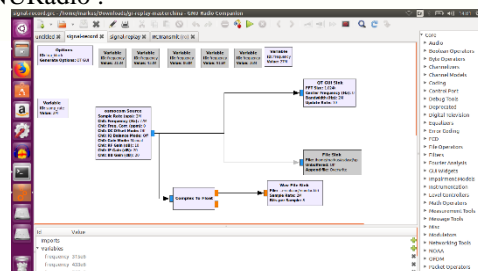
4.2.1 Pengujian Record dan Replay

Pengujian record and replay akan menggunakan bantuan aplikasi GNURadio dan menggunakan perangkat keras HackRF

4.2.1.1 Record

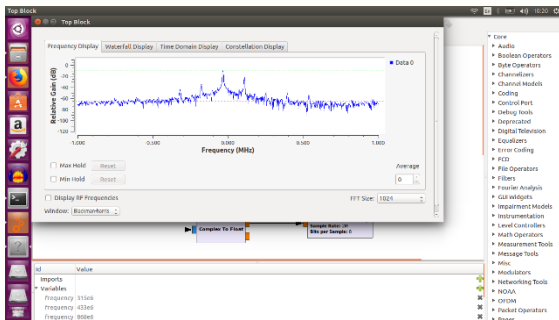
Pengujian record akan dilakukan dengan cara merekam setiap perintah yang diberikan oleh remote control. Perintah yang akan diberikan ada 8 perintah, “maju”, “mundur”, “kanan”, “kiri”, “maju-kanan”, “maju-kiri”, “mundur-kanan”, “mundur-kiri”. Setiap perintah yang sudah di rekam, akan simpan dalam bentuk file “.WAV” .

Pengujian record di lakukan menggunakan GNURadio – companion. Berikut adalah blok perintah untuk melakukan pengujian record pada GNURadio :



Gambar 4-1 Blok GNURadio Record

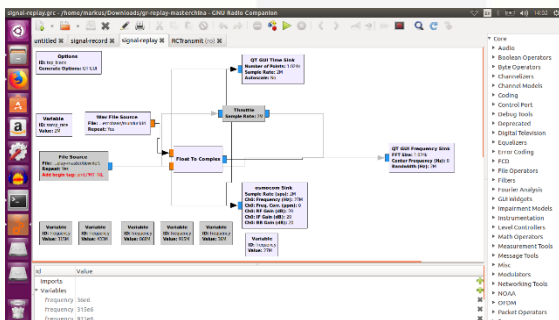
Block perintah *record* di GNURadio pada gambar 4.1 yaitu ada Osmocom Source, QT FFT Sink, dan WAV file Sink. Osmocom Source berguna untuk menghubungkan GNURadio dengan perangkat keras HackRF. QT FFT Sink berguna untuk menampilkan bentuk gelombang yang ditangkap. Dan WAV File Sink berguna untuk menyimpan file yang telah direkam kedalam bentuk “.WAV” . Berikut ini adalah gambar – gambar saat merekam ke – 8 perintah dari remote control oleh GNURadio.



Gambar 4-2 Rekam Sinyal Maju

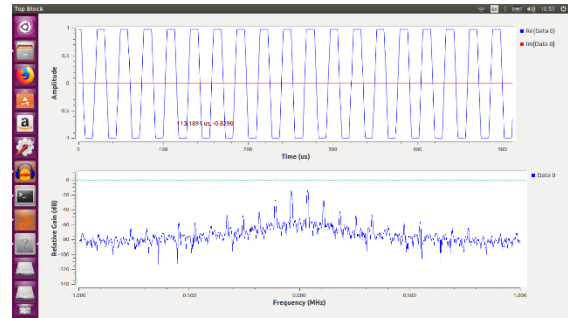
4.2.1.2 Replay

Pengujian replay akan dilakukan dengan cara mengeluarkan file yang telah di simpan saat direkam. File yang telah di simpan dalam bentuk “.WAV” akan di panggil menggunakan aplikasi GNURadio dengan menggunakan perangkat keras HackRF. Pengujian replay di lakukan menggunakan *GNURadio – companion*. Berikut adalah blok perintah untuk melakukan pengujian replay pada GNURadio :



Gambar 4-3 Blok GNURadio Replay

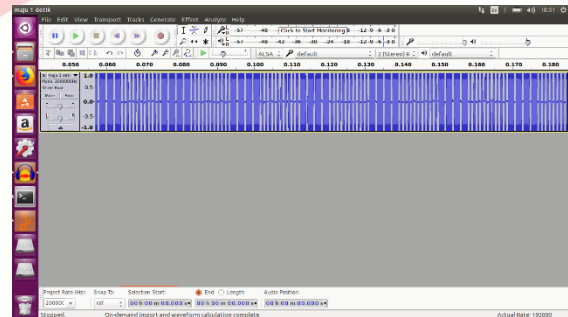
Block perintah *record* di GNURadio pada gambar 4.10 yaitu WAV File Source, QT GUI Time Sink, QT GUI Frequency Sink, Osmocom Sink. WAV File Source berfungsi untuk memanggil file yang telah di simpan. QT GUI Time Sink dan QT GUI Frequency Sink adalah tampilan saat sedang mengirim sinyal gelombang. Osmocom Sink berfungsi untuk menggunakan HackRF mengirim gelombang sinyal yang dikirim. berikut ini adalah gambar – gambar tampilan pada GNURadio saat mengirim gelombang sinyal ke mobil *remote control* oleh HackRF.



Gambar 4-4 Replay Sinyal Maju

4.2.2 Pengujian Pada Aplikasi Audacity

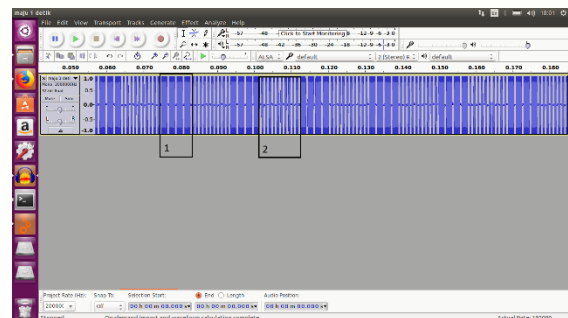
Sinyal yang tadi telah disimpan dalam bentuk “.WAV” , akan dimasukkan kedalam aplikasi Audacity untuk dilihat lebih jelas karakteristiknya. Pada pengujian Analisis Karakteristik setiap perintah, setiap perintah di edit dengan cara memotong sinyal gelombang menjadi 1 detik. Tujuannya adalah agar bisa melihat panjang gelombang setiap perintah dalam jangka waktu 1 detik. Berikut adalah karakteristik setiap perintah.



Gambar 4-5 Bentuk Sinyal Maju pada Audacity

Gambar di atas adalah karakteristik dari perintah “maju”. Panjang gelombang perintah “maju” dalam 1 detik adalah 54 gelombang.

Periodik dari setiap perintah memiliki karakteristik yang berbeda. Jika di lihat dari semua perintah pada gambar diatas, pola setiap perintah selalu memiliki 4 gelombang rapat dan diikuti dengan berbeda – beda gelombang renggang. Jika gelombang – gelombang perintah di besarkan, disana akan terlihat bentuk gelombang radio nya.



Gambar 4-6 Gelombang Rapat dan Gelombang Renggang

Pada gambar 4-6, angka “1” menunjukkan sebagai gelombang rapat. Setiap gelombang rapat pada setiap perintah selalu memiliki 4 buah gelombang. Lalu pada angka “2” menunjukkan sebagai gelombang renggang. Gelombang renggang pada setiap perintah selalu berbeda beda. Dan ada delay untuk setiap gelombang nya. Gelombang rapat maupun gelombang renggang memiliki delay yang sama. Yaitu 0.001 detik.

No.	Nama Perintah	1 Periode												
		Gelombang Rapat						Gelombang Renggang						1 Periode
		Waktu total gel. rapat	Waktu 1 gel.	Bukit 1 gel.	Lembah 1 gel.	Delay 1 gel.	Banyak gel.	Waktu total gel. renggang	Waktu 1 gel.	Bukit 1 gel.	Lembah 1 gel.	Delay 1 gel.	Banyak gel.	
1.	Maju	0.010	0.002	33	32	0.0005	4	0.010	0.001	11	12	0.0005	10	0.020
2.	Mundur	0.010	0.002	16	16	0.0005	4	0.040	0.001	5	5	0.0005	40	0.050
3.	Kanan	0.010	0.002	12	11	0.0005	4	0.065	0.001	7	7	0.0005	54	0.075
4.	Kiri	0.010	0.002	25	24	0.0005	4	0.060	0.001	8	8	0.0005	58	0.070
5.	Maju-kanan	0.010	0.002	20	20	0.0005	4	0.035	0.001	7	6	0.0005	34	0.045
6.	Maju-Kiri	0.010	0.002	17	17	0.0005	4	0.030	0.001	5	5	0.0005	28	0.040
7.	Mundur-	0.010	0.002	27	27	0.0005	4	0.045	0.001	9	9	0.0005	46	0.055
8.	Mundur-	0.010	0.002	29	30	0.0005	4	0.055	0.001	10	9	0.0005	52	0.065

Jika dilihat dari daftar tabel 4-1, setiap perintah dalam 1 periode memiliki gelombang rapat dan gelombang renggang. Walaupun dari setiap perintah memiliki jumlah gelombang rapat yang sama, tetapi jumlah bukit dan lembahnya tetap berbeda – beda. dan dari setiap perintah diperjelas dengan banyaknya gelombang kecil yang berbeda – beda. walaupun tampak sama, tetapi tetap ada perbedaan dari setiap perintah yang di berikan oleh *remote control*. Setiap waktu yang di tampilkan pada tabel 4-1, adalah waktu dalam satuan detik.

Bisa dilihat percobaan dari memasukan file “.WAV” yang telah di simpan tadi ke aplikasi Audacity, kita dapat melihat perbedaan dengan jelas karakteristik dari setiap perintah yang di berikan oleh remote control kepada mobil remote control. Tidak ada bentuk gelombang yang sama dari setiap perintah. panjang gelombang dalam 1 detik dari setiap perintah juga tidak ada yang sama.

4.3.3 Pengujian Pada Aplikasi Gr-RC

Pengujian yang terakhir adalah pengujian aplikasi GR-RC. Aplikasi GR-RC adalah aplikasi yang menggunakan bahasa python. Dan fungsi dari aplikasi GR-RC adalah untuk menggerakkan mobil remote control dengan menggunakan key dari keyboard. Setiap perintah dari remote control akan di masukan kedalam key keyboard. Dan nantinya kita akan memberikan perintah kepada mobil remote control dengan cara menekan setiap key yang telah dimasukan perintah.

4.3.3.1 Perintah pada Keyboard

Perintah – perintah yang akan dimasukan kedalam key adalah perintah file yang berbentuk “.RAW” . ke delapan perintah yang berbentuk “.RAW” akan di pindahkan kedalam file GR-RC untuk memudahkan pemanggilan setiap perintah melalui key yang telah di tentukan. Berikut adalah perintah yang akan di masukan kedalam key:

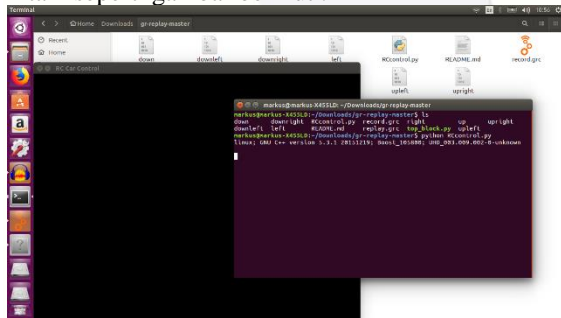
1. Perintah “maju” akan ditulis dalam file “up” dan akan dimasukkan kedalam key “W”.
2. Perintah “maju-kanan” akan ditulis dalam file “upright” dan akan dimasukkan kedalam key “E”.
3. Perintah “maju-kiri” akan ditulis dalam file “upleft” dan akan dimasukkan kedalam key “Q”.
4. Perintah “kanan” akan ditulis dalam file “right” dan akan dimasukkan kedalam key “D”.
5. Perintah “kiri” akan ditulis dalam file “left” dan akan dimasukkan kedalam key “A”.
6. Perintah “mundur” akan ditulis dalam file “back” dan akan dimasukkan kedalam key “X”.
7. Perintah “mundur-kanan” akan ditulis dalam file “backright” dan akan dimasukkan kedalam key “C”.
8. Perintah “mundur-kiri” akan ditulis dalam file “backleft” dan akan dimasukkan kedalam key “Z”.

4.3.3.2 Menjalankan aplikasi Gr-RC

Setelah memastikan perintah – perintah pada fungsi keyboard sudah benar, dan nama file sudah benar, pada direktori GR-RC jalan kan aplikasi GR-RC dengan cara

```
# python RCcontrol.py
```

Setelah menjalankan aplikasi GR-RC dengan python, maka akan tampil layar blank berwarna hitam seperti gambar berikut :



Gambar 4-6 Aplikasi Gr-RC

Saat layar hitam sudah muncul, berarti aplikasi sudah berjalan dengan benar. Lalu untuk menggerakkan mobil remote control dengan aplikasi tersebut, langkah selanjutnya adalah klik kiri pada layar hitam tersebut. Lalu tekan fungsi key sesuai dengan perintah yang di inginkan.

Terdapat delay saat menjalankan mobil remote control menggunakan fungsi dari keyboard. Delay yang terjadi adalah selama 1 detik. Jadi setelah 1 detik di tekan, mobil remote control baru me-respon perintah yang di berikan oleh HackRF. Dan juga tidak bisa memberi perintah hanya dengan sekali

tekan pada fungsi keyboard. Karena jika hanya sekali tekan, HackRF hanya merespon saat sekali tekan itu, dan sinyal gelombang yang dikirim oleh HackRF belum sampai ke mobil remote control karena terjadi delay selama 1 detik. Cara efektif untuk menggerakkan mobil remote control dengan fungsi keyboard adalah dengan menekan lama fungsi pada keyboard hingga mobil remote control bergerak. Jika tidak ada eror yang muncul di layar terminal berarti aplikasi sudah berjalan dengan baik.

4.3.3.3 Hasil Pengujian

Hasil pengujian ada dua, yaitu bukti gambar pengujian, dan jarak pengujian.

Pengujian jarak dilakukan di lantai 4 Fakultas Ilmu Terapan karena memiliki ruang yang ideal dengan jarak lebih dari 20 Meter. Pada gambar 4-37, adalah gambar titik awal mobil remote control yang berada 50 cm dari HackRF. Lalu pada gambar 4-38 adalah gambar titik terjauh jangkauan dari Hack RF.



Gambar 4-7 Titik awal mobil



Gambar 4-8 Titik Terjauh Mobil

Dari pengujian diatas, diperoleh hasil jarak terjauh mobil remote control yang bisa dikendalikan oleh HackRF. HackRF bisa menggerakkan mobil remote control paling jauh sejauh 1040 centimeter.

5. Penutup

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan pengimplementasian dan pengujian dari proyek akhir ini maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Penangkapan sinyal *remote control* dapat dilakukan dengan menggunakan perangkat HackRF.
2. Aplikasi GR-RC memiliki fitur menggerakkan mobil *remote control* ber-frekuensi 27Mhz dengan menggunakan fungsi keyboard
3. Aplikasi GR-RC, GNURadio dan perangkat keras HackRF memiliki fitur yang dapat membantu *encoding – decoding* sinyal data.

5.2 Saran

Saran yang ingin penulis sampaikan untuk proyek akhir ini yaitu :

1. Pengujian dilakukan pada jarak yang lebih jauh dengan mengganti antena pada perangkat keras SDR maupun di mobil *remote control*.
2. Pengujian pada *remote control* yang ber-frekuensi lebih tinggi atau lebih rendah dari 27Mhz.
3. Pengujian pada *remote control* lain seperti drone, RC-Car bertenaga bensin, atau *remote control* lainnya.

Daftar Pustaka:

- [1] j. Stender, Aplikasi Platform Komputasi Software-Defined Radio (SDR) untuk Digital Spectrum Analyzer, Malang, 2014.
- [2] G. S. Gadgets, "HackRF," Great Scott Gadgets, 2009-2016. [Online]. Available: <https://greatscottgadgets.com/hackrf/>. [Diakses 18 Desember 2017].
- [3] GNURadio, "PyBOMBS," Redmine, 2013. [Online]. Available: <http://gnuradio.org/redmine/projects/pybombs/wiki>. [Diakses 18 Desember 2017].
- [4] G. L. Indonesia, "Ubuntu 16.04 LTS," Gudang Linux Indonesia, 2013. [Online]. Available: <http://gudanglinux.com/produk/ubuntu-16-04-lts/>. [Diakses 18 Desember 2017].
- [5] G. Radio, "Introduction to GNU Radio and Software Radio," gnuradio, 2006-2013. [Online]. Available: http://gnuradio.org/redmine/projects/gnuradio/wiki/Guided_Tutorial_Introduction. [Diakses 18 Desember 2017].
- [6] Wikipedia, "pip (package manager)," Wikipedia, 11 July 2017. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pip_\(package_manager\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Pip_(package_manager)). [Diakses 18 Desember 2017].
- [7] Wikipedia, "SWIG," SWIG Developer, 9 June 2017. [Online]. Available: <https://en.wikipedia.org/wiki/SWIG>. [Diakses 18 Desember 2017].
- [8] M. Rouse, "Encoding and Decoding," TechTarget's, November 2005. [Online]. Available: <http://searchnetworking.techtarget.com/definition/encoding-and-decoding>. [Diakses 18 Desember 2017].
- [9] zecke2, "OsmoSDR," Trac, December 2014. [Online]. Available: <http://sdr.osmocom.org/trac>. [Diakses 18 Desember 2017].
- [10] A. Zhang, "Gr-Replay," Github, Agustus 2016. [Online]. Available: <https://github.com/zhangxingshuo/gr-replay>. [Diakses 18 Desember 2017].
- [11] D. Mazzoni dan R. Dannenberg, "Audacity," Audacity, 2000-2017. [Online]. Available: <http://www.audacityteam.org/>. [Diakses 18 Desember 2017].