

RANCANGAN *SPECTRUM ANALYZER* MENGGUNAKAN RTL – SDR DENGAN BAHASA PEMROGRAMAN PYTHON

Siti Nurmayanti¹, Teguh Imam Suharto², Meita Maharani Sukma³
^{1,2,3} Politeknik Penerbangan Surabaya Jl. Jemur Andayani I/73, Surabaya 60236
Email: nurmayantii2207@gmail.com

Abstrak

Spectrum Analyzer merupakan perangkat instrumentasi yang mampu menampilkan dan menganalisis frekuensi sinyal. Alat ini sangat penting, namun dalam praktiknya memiliki harga yang mahal sehingga banyak orang belum memilikinya. Salah satu cara untuk mengatasi yaitu dengan menciptakan sesuatu yang dapat menyediakan fungsionalitas seperti *spectrum analyzer* dengan harga yang *relative* murah, sehingga dapat diimplementasikan dan diharapkan dapat digunakan sebagai alat bantu untuk mendukung kualitas pembelajaran. Penelitian menggunakan metode *research and development* (R&D) dengan model pengembangan ADDIE. Penelitian ini menggunakan RTL – SDR untuk mengolah sinyal yang diterima oleh antenna. Proses penelitiannya menggunakan bahasa pemrograman Python yang kemudian dihubungkan dengan RTL – SDR untuk memunculkan sinyal. Perbandingan spektrum dari system yang dibangun dengan *spectrum analyzer* pabrikan hasilnya untuk frekuensi yang didapatkan dapat diterima dengan baik pada masing – masing spektrum. Dalam pengujian, kami membagikan angket validitas dengan beberapa aspek penilaian. Hasil tersebut diperoleh kelayakan sebesar 86% untuk kinerja aplikasi, fungsi peralatan dan desain aplikasi. Dari hasil validasi di atas dapat disimpulkan bahwa desain layak untuk digunakan.

Kata Kunci: *Spectrum Analyzer*, Python, LTR – SDR

Abstract

A Spectrum Analyzer is an instrumentation device capable of displaying and analyzing signal frequencies. This tool is crucial, but in practice, it comes with a high price tag, making it inaccessible to many individuals. One way to overcome this challenge is by creating something that can provide functionality similar to a spectrum analyzer at a relatively affordable cost. This way, it can be implemented and expected to serve as a tool to enhance the quality of learning. The research utilizes the research and development (R&D) method with the ADDIE development model. Additionally, this study employs RTL – SDR to process signals received by the antenna. The research process involves the use in Python programming language, which is then connected to RTL – SDR to generate signals. The spectrum produced by the system constructed with the factory-produced spectrum analyzer shows that obtained frequencies are well-received in each respective spectrum. During the testing phase, we distributed a validity questionnaire covering various assessment aspects. The results showed an 86% suitability rating for the applications's performance, equipment functionality and application design. Based on the validation results, it can be concluded that the design is suitable for use

Keywords: *Spectrum Analyzer*, Python, LTR - SDR

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi khususnya di bidang elektronika mendorong manusia untuk memunculkan inovasi – inovasi baru. Salah satunya di bidang pemrosesan sinyal. Dalam teori pemrosesan sinyal, terdapat bab yang menjelaskan analisis *spectrum analyzer* untuk mengukur besarnya frekuensi suatu sinyal. Dalam merancang suatu peralatan terdapat tahap perencanaan, implementasi dan tahap pengujian [1]. Dari tahapan tersebut, tahap pengujian merupakan tahap yang sangat menentukan karena pada saat melakukan pengujian agar nanti dapat mengetahui kekurangan pada kinerja dari system yang telah dirancang.

Spectrum analyzer adalah perangkat instrumentasi yang mampu menampilkan dan menganalisa frekuensi sinyal. *Spectrum Analyzer* dirancang untuk dapat mengubah suatu sinyal berdasarkan waktu menjadi sinyal frekuensi, yang kemudian akan ditampilkan pada layar instrumen itu sendiri. Alat ini dapat menganalisa kondisi atau bentuk suatu sinyal masukan pada rentang frekuensi tertentu berdasarkan bentuk sinyal yang diterima.

Perlu diketahui bahwa harga *spectrum analyzer* sendiri cukup tinggi sehingga banyak pihak yang belum mampu untuk membelinya [2]. Salah satu cara untuk mengatasi hal ini adalah dengan membuat perangkat lunak yang dapat menyediakan fungsionalitas sama dengan *Spectrum Analyzer* itu sendiri dengan harga yang *relative* murah, namun untuk fitur yang dimiliki tidak selengkap *Spectrum Analyzer* sebenarnya yang nantinya dapat diimplementasikan dan menampilkan spektrum sinyal dalam rentang frekuensi tertentu juga diharapkan dapat digunakan sebagai alat bantu pembelajaran untuk membantu atau meningkatkan kualitas pembelajaran.

Beberapa parameter dapat dianalisis menggunakan *Spectrum Analyzer*, yaitu besaran *bandwidth signal*, *power* sinyal yang diterima atau *noise* yang terbawa oleh sinyal input. *Spectrum Analyzer* adalah perangkat yang cocok untuk menganalisis atau memeriksa kondisi suatu system frekuensi dalam jaringan komunikasi [3].

Sinyal tidak dapat dilihat dengan fisik manusia tanpa adanya alat bantu, untuk membuat alat tersebut peneliti memerlukan bahasa pemrograman yang mudah dipahami untuk membantu memunculkan gambar bentuk gelombang atau sinyal yang diinginkan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh [3] yang memiliki tujuan sebagai alat bantu pembelajaran yang dapat dimanfaatkan oleh dosen sebagai media pembelajaran. Rekayasa ini dikemas dalam bentuk trainer yang dilengkapi beberapa perangkat wireless, seperti adanya *access point* yang digunakan sebagai *sample* pengujian. Sedangkan penelitian yang peneliti lakukan langsung menghubungkan laptop yang sudah terdapat *script python* dengan SDR untuk menerima sinyal dan akan langsung menampilkan *spectrum* frekuensi pada laptop.

Berdasarkan uraian latar belakang maka didapatkan rumusan masalah yaitu

1. Bagaimana cara merancang *Spectrum Analyzer* menggunakan Bahasa pemrograman Python
2. Bagaimana cara mengoperasikan rancangan *Spectrum Analyzer* menggunakan Bahasa pemrograman Python.

Rincian latar belakang tersebut kemudian penulis melakukan pembuatan *Spectrum Analyzer* menggunakan bahasa pemrograman Python, maka didapatkan rekayasa dengan judul “Rancangan *Spectrum Analyzer* Menggunakan RTL - SDR dengan Bahasa Pemrograman Python”.

Media ini memperkenalkan software yang akan dikemas menggunakan bahasa pemrograman python yang nantinya akan dipresentasikan dalam bentuk aplikasi yang membutuhkan RTL – SDR sebagai alat untuk menerima sinyal[4].

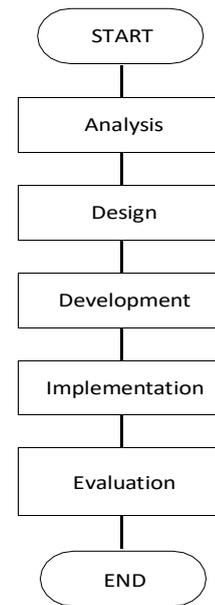
Komponen alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah

1. Laptop yang digunakan sebagai perangkat keras untuk menjalankan pemrograman yang digunakan untuk menampilkan gelombang radio. Perangkat ini digunakan untuk menjalankan program yang telah dibuat dengan bahasa pemrograman python.
2. SDR digunakan untuk mengolah sinyal mentah yang diterima antena. SDR dapat menangkap banyak frekuensi radio sehingga memungkinkan untuk digunakan dalam melakukan penelitian ini.
3. *Visual Studio Code* berfungsi sebagai *code editor*
4. Python merupakan bahasa pemrograman yang populer yang dapat digunakan untuk melakukakn pengembangan perangkat lunak, pemrosesan data, kecerdasan buatan dan pengembangan web. Bahasa pemrograman Python ini digunakan dalam penulisan *script* untuk *Spectrum Analyzer*.

METODE

Metode penelitian yang penulis gunakan adalah metode *Research and Development* (R&D) dengan metode pengembangan ADDIE yang terdiri dari lima tahap yaitu *Analysis*, *Design*, *Development*, *Implementation* and *Evaluation* [5]. Metode ini digunakan untuk mengembangkan dan menguji produk yang bermanfaat. Penulis menggunakan metode ini dikarenakan proses yang dilakukan sesuai yaitu pada tahap *analysis* penulis melakukan studi literatur, kemudian membuat *flowchart* dan merancang

desain yang telah dibuat, selanjutnya mengevaluasi.



Gambar 1 Alur Penelitian

1. *Analysis*, merupakan proses perancangan yang disusun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan menggunakan *script* yang disusun. Hal ini menyebabkan kebutuhan *hardware* yang digunakan sedikit. Adapun *hardware* yang digunakan adalah laptop dan *spectrum analyzer*.
2. *Design*, merupakan proses yang dimulai dengan merancang konsep dan konten di dalam produk. Menghubungkan seluruh *hardware* dan *software* yang telah disiapkan. Gambar di bawah merupakan tampilan hardware yang sederhana untuk rancangan yang akan dirancang yaitu HT sebagai sinyal radio, kemudian RTL – SDR dongle dan computer / laptop yang akan memproses data dari sinyal yang akan diterima dari HT tersebut.



Gambar 2 Design Penelitian

3. *Develop*, merupakan tahap validasi kelayakan dari proyek yang telah di buat. Dari uji hasil validasi dilakukan revisi sampai alat tersebut layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran yang lebih murah dan efisien.
4. *Implementation*, untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang dibuat.
5. *Evaluation*, merupakan tahap memberikan umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh produk tersebut. Dilakukan perbaikan untuk mengatasi error yang terjadi pada tahap pembuatan. Tujuan akhir evaluasi yakni mengukur ketercapaian tujuan.

Teknik Pengujian

Teknik pengujian yang dilakukan untuk mengetahui hasil dari proyek yang dirancang adalah dengan mengetahui apakah sudah sesuai dengan kebutuhan *user* atau masih banyak permasalahan pada salah satu *device* untuk dianalisa lebih lanjut. Pengujian dilakukan dengan beberapa metode yaitu melakukan beberapa tahap pengujian.

1. Pengujian menggunakan *Receiver SDR*
2. Pengujian menggunakan *Receiver Spectrum Analyzer*
3. Pengujian *Transmitter Handy Talky* dengan *Receiver SDR*
4. Pengujian *Transmitter Handy Talky* dengan *Receiver Spectrum Analyzer*.

Teknik Analisis Data

Analisis data merupakan proses menyusun data yang diperoleh dari hasil wawancara atau hasil data dari validator dengan memberikan beberapa data ke dalam kategori dan membuat kesimpulan sehingga mudah dipahami.

Tabel 1 Skala Likert Untuk Persentase

Kategori	Skor
Sangat setuju	4
Setuju	3
Tidak setuju	2
Sangat tidak setuju	1

Skor yang diperoleh dari angket akan di konversikan untuk dijadikan presentase kelayakan, presentase kelayakan akan didapatkan menggunakan rumus [6]

$$\frac{\text{jumlah total rata - rata skor validator}}{\text{jumlah skor tertinggi}} \times 100$$

Setelah diketahui persentase kelayakan, maka akan diidentifikasi ke dalam kategori sesuai dengan table

Tabel 2 Presentasi kelayakan

Rentang Skor	Kategori
75% - 100%	Sangat layak
56% - 75%	layak
36% - 55%	Cukup layak
0% - 35%	Tidak layak

Retang skor diatas digunakan sebagai persentase kelayakan alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analysis

Media yang penulis rancang ini berbasis software dan memiliki kebutuhan *hardware* yang sangat minim. Proses perancangannya disusun menggunakan bahasa pemrograman Python dengan banyak *script* yang telah disusun, hal ini yang menyebabkan minim kebutuhan *hardware* pada penelitian ini. Adapun *hardware* yang digunakan adalah laptop dan *spectrum analyzer* yang digunakan sebagai *sample* pengujian. Media ini lebih efisien dan murah karena dapat dibawa kemana – mana dan juga dengan sifatnya yang berbasis software akan membuat proses belajar lebih efektif. Tahap ini terdapat proses

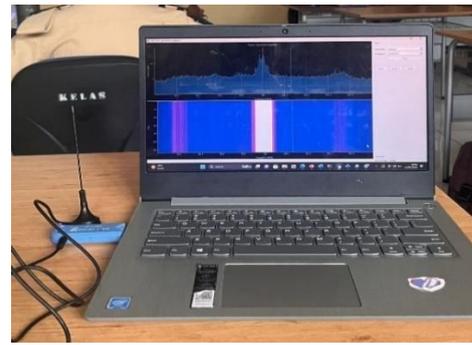
konfigurasi hardware dan software, yaitu melakukan instalasi Python sebagai bahasa pemrograman yang digunakan, melakukan instalasi Visual Studio Code guna untuk editor code sumber, melakukan instalasi Driver SDR.

Design



Gambar 3 Flow Chart Perancangan

Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan konfigurasi perangkat *hardware* dan *software* kemudian menghubungkan semua komponen yang ada dan melakukan *testing* (pengujian) terhadap proyek tersebut. Laptop yang sudah terinstal Python dihubungkan dengan *dongle* RTL – SDR menggunakan kabel *micro* USB melalui *port* USB (*input*) pada laptop. Pada sisi *port input* RTL – SDR dihubungkan dengan *antenna* sebagai transmittersnya.

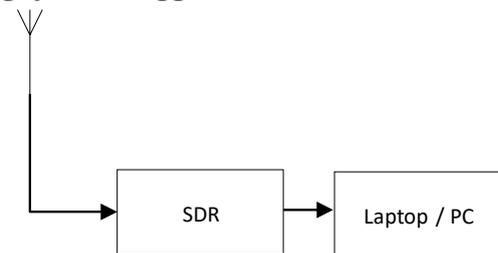


Gambar 4. Rancangan Peralatan

Development

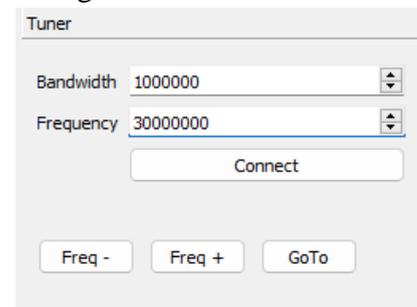
Membahas tentang pengujian berdasarkan perencanaan dari penelitian yang dilaksanakan. Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah penelitian sudah sesuai dengan perencanaan atau belum. Penulis akan melakukan pengujian dengan membandingkan frekuensi yang didapatkan menggunakan alat yang berbeda yaitu dengan *Spectrum Analyzer* dan RTL – SDR.

Pengujian menggunakan Receiver SDR



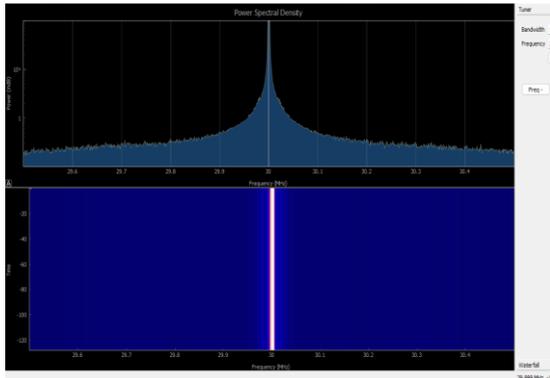
Gambar 5 blok diagram pengujian menggunakan Receiver SDR

1. Melakukan set frekuensi pada frekuensi 30 MHz, selanjutnya klik *connect*. Diletakkan pada *center* agar frekuensi yang diinginkan dapat terlihat dengan jelas di tengah.



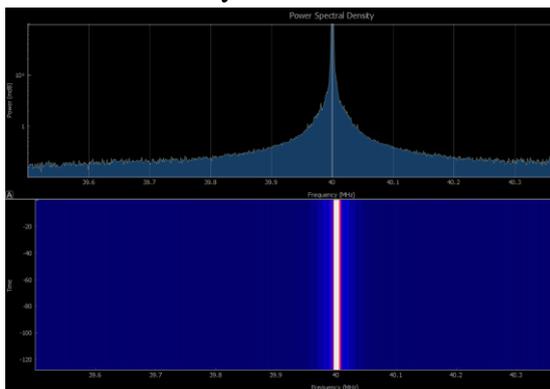
Gambar 6 set frekuensi center

2. Sinyal yang muncul terlihat kurang lebih sebesar 30 MHz. Gambar menampilkan bahwa frekuensi yang didapatkan hampir mendekati 30 MHz, pada *display* menghasilkan frekuensi 29.999 MHz.



Gambar 7 frekuensi yang dihasilkan

3. Melakukan percobaan dengan menggunakan frekuensi lain yaitu 40 MHz dengan menggunakan langkah – langkah percobaan seperti sebelumnya, namun dengan set frekuensi yang berbeda.
4. Sinyal yang ditunjukkan sesuai dengan frekuensi *center* yang telah di set yaitu 40 MHz. Gambar menampilkan bahwa frekuensi yang didapatkan pada frekuensi center yaitu 39.998 MHz.



Gambar 8 frekuensi yang dihasilkan

Pengujian menggunakan *Receiver Spectrum Analyzer*

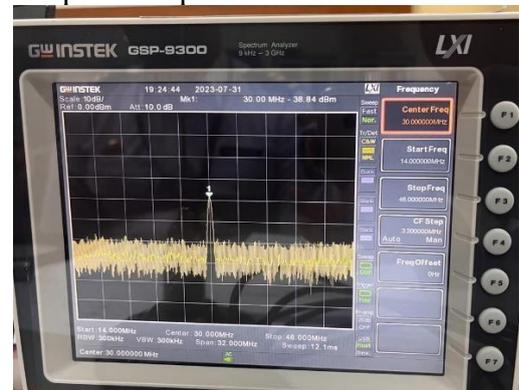
1. Menghubungkan *Spectrum Analyzer* dengan kabel power, selanjutnya menyalakan dan menghubungkan dengan antenna selanjutnya melakukan pengujian. Pada gambar di bawah

merupakan *display* dari *spectrum analyzer* yang digunakan sebagai perbandingan dari aplikasi yang telah dirancang yaitu digunakan untuk melakukan pengukuran frekuensi. Pertama, penulis melakukan set frekuensi *center* pada 30 MHz.



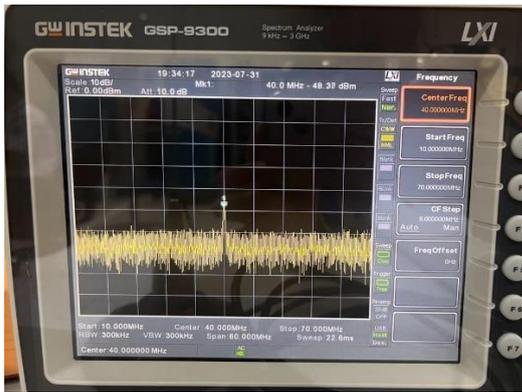
Gambar 9 Set frekuensi pada *Spectrum Analyzer*

2. Sinyal yang muncul terlihat tepat pada center yaitu sebesar 30 MHz. Gambar menampilkan bahwa frekuensi yang didapatkan tepat 30 MHz.

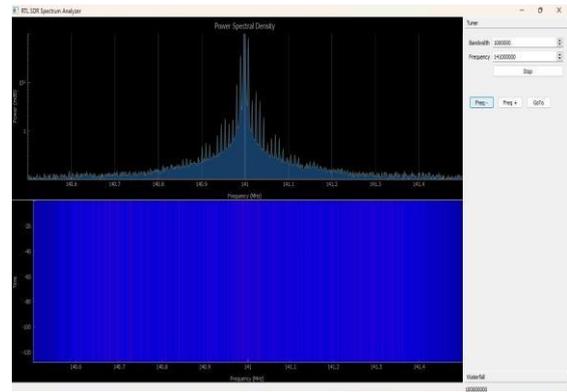


Gambar 10 Frekuensi yang dihasilkan

3. Melakukan percobaan dengan frekuensi 40 MHz. Sinyal yang ditunjukkan sesuai dengan frekuensi *center* yang telah di set yaitu 40 MHz. Pada gambar menampilkan bahwa frekuensi yang didapatkan tepat pada frekuensi center yaitu 40 MHz.

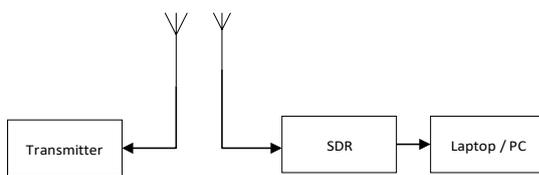


Gambar 11 Frekuensi yang dihasilkan



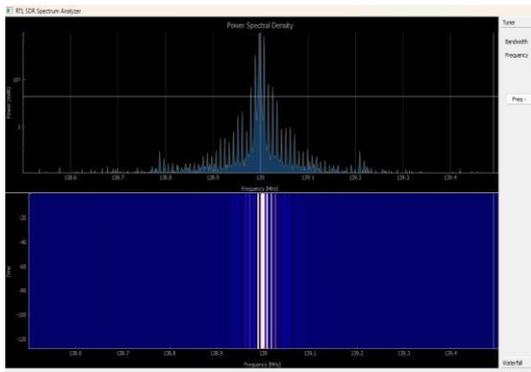
Gambar 14 Frekuensi yang dihasilkan

Pengujian Transmitter Handy Talky dengan Receiver SDR



Gambar 12 blok diagram pengujian menggunakan transmitter handy Talky dan receiver SDR

1. Pengujian pertama menggunakan frekuensi 139 MHz. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa receiver SDR dapat menerima frekuensi 139 MHz.



Gambar 13 Frekuensi yang dihasilkan

2. Melakukan set frekuensi pada frekuensi 141 MHz untuk percobaan selanjutnya. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa receiver SDR dapat menerima frekuensi 141 MHz.

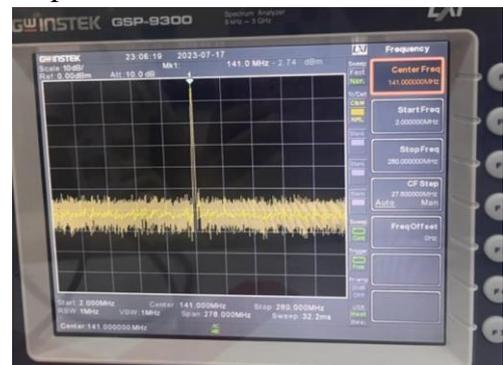
Pengujian Transmitter Handy Talky dengan Receiver Spectrum Analyzer

1. Pengujian pertama menggunakan frekuensi 139 MHz, pada pengujian ini didapatkan frekuensi yaitu 139 MHz.



Gambar 15 Frekuensi yang dihasilkan

2. Melakukan set frekuensi pada frekuensi 141 MHz untuk percobaan selanjutnya didapatkan frekuensi 141 MHz.



Gambar 16 Frekuensi yang dihasilkan

Hasil dari pengujian dengan validator menunjukkan bahwa terdapat beberapa aspek penilaian yang memperoleh skor baik hingga

sangat baik dengan presentase kelayakan yang didapatkan adalah 86%. Presentase tersebut apabila diinterpretasikan masuk kategori sangat layak.

Implementation

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan bahwa frekuensi yang di set pada *spectrum analyzer* setelah dihubungkan dengan *Function Generator* dan *antenna* sesuai dengan frekuensi yang tampil di *display* laptop setelah dihubungkan dengan SDR. Namun ada beberapa selisih dari frekuensi namun hanya sekitar 0,002 MHz dari *Spectrum Analyzer* pabrikan dan *Spectrum Analyzer* yang dirancang. Hal ini terjadi karena *receiver* diantaranya berbeda. Tingkat kebenaran antara *Spectrum Analyzer* pabrikan dengan aplikasi dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} & \frac{\text{frekuensi yang muncul}}{\text{frekuensi seharusnya}} \times 100\% \\ & \frac{39.998}{40} \times 100\% \\ & = 99.995\% \end{aligned}$$

Jadi, hasil dari pengujian dan setelah dilakukan perhitungan didapatkan tingkat kebenaran dari aplikasi yang penulis rancang adalah 99.995 %.

Pengujian selanjutnya menggunakan HT, hasilnya sama seperti percobaan sebelumnya yaitu frekuensi yang terdapat pada *Spectrum Analyzer* dan pada aplikasi sama. Akan tetapi ada beberapa frekuensi yang mungkin tidak ditemukan titik tepatnya, namun mendekati. Dapat disimpulkan bahwa hasil *spectrum* dari system yang dibangun dengan *spectrum analyzer* pabrikan hasilnya frekuensi yang dihasilkan oleh *Spectrum Analyzer* dan *spectrum* yang dibangun sesuai akan tetapi terdapat sedikit perbedaan frekuensi dan *power* diantara keduanya.

Hasil proses dari setiap fitur pada setiap proses yang dikembangkan pasti tidak

sesuai dengan *Spectrum Analyzer* pabrikan. Rancangan yang penulis rancang memiliki kekurangan termasuk pada hasil frekuensi yang kurang pas seperti frekuensi yang diinginkan.

Evaluation

Setelah dilakukan pengujian terdapat beberapa kritik dan saran yang dapat dijadikan sebagai evaluasi untuk memperbaikinya. Adapun cara penulis untuk memperbaiki rancangan untuk memenuhi saran yaitu dengan beberapa hal. Kelebihan aplikasi:

1. Lebih fleksibel yaitu ringan dan mudah dibawa kemana – mana
2. Dengan adanya aplikasi ini dapat menghemat biaya dalam melaksanakan pembelajaran ataupun penggunaan *spectrum analyzer* tanpa mengeluarkan banyak biaya untuk membeli *Spectrum Analyzer* pabrikan.

Kekurangan aplikasi:

1. Aplikasi sangat bergantung pada SDR yaitu frekuensi yang muncul bergantung pada range frekuensi yang tertera di SDR, apabila melebihi ataupun kurang maka akan terjadi *lag* pada laptop maupun aplikasinya.
2. Untuk *range power* pada *display* aplikasi diperkecil agar dapat melihat *power* yang terdapat pada sinyal tersebut.

PENUTUP

Simpulan

Perancangan *Spectrum Analyzer* menggunakan Bahasa pemrograman Python dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Spectrum Analyzer* menggunakan Bahasa pemrograman Python berjalan dengan baik dengan menggunakan script yang telah disusun, aplikasi berjalan sesuai dengan fungsinya. Hal ini juga didukung oleh adanya RTL - SDR yang

mampu membantu menerima sinyal dengan baik.

2. Cara mengoperasikan rancangan *Spectrum Analyzer* menggunakan pemrograman Python yaitu dengan menggunakan laptop dan RTL - SDR untuk menerima sinyal, dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil yaitu frekuensi yang didapatkan sama. Hal ini membuktikan bahwa proyek yang penulis rancang dapat dikatakan berhasil.
3. Hasil validasi menunjukkan bahwa aplikasi ini mendapatkan presentasi kelayakan sebesar 86% dan tingkat kebenaran rancangan sebesar 99.995%. Presentase tersebut apabila diinterpretasikan masuk kategori sangat layak.

Saran

Dari kesimpulan dalam penelitian diharapkan agar dapat dikembangkan kembali, kekurangan dan kelebihan dari aplikasi ini diharapkan dapat dijadikan sebagai patokan sebagai evaluasi untuk pengembangan selanjutnya. Berikut merupakan hal yang dapat dikembangkan dalam penelitian adalah sebagai berikut

1. Aplikasi dengan konsep serupa dapat dikembangkan pada materi pembelajaran lainnya, agar media pembelajaran yang digunakan oleh dosen lebih bervariasi dan sesuai dengan perkembangan zaman peserta didik.
2. Diharapkan penelitian selanjutnya untuk mengembangkan aplikasi ini menjadi lebih kompleks yaitu dengan menambahkan fungsi yang sesuai dengan fungsi *Spectrum Analyzer* pada umumnya, perlu adanya peningkatan spesifikasi RTL – SDR yang digunakan agar range frekuensi yang digunakan dapat lebih luas.
3. Diharapkan penelitian kedepannya dapat menggunakan sumber input untuk

pengujian yang sama atau bahan perbandingan yang sama, agar lebih mudah untuk mendapatkan perbandingan antara pengujian satu dengan yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Sabur and U. Sinaga, “Rancang Bangun Trainer Spectrum Analyzer berbasis Raspberry Phyton dan Register Transfer Level-Software Defined Radio Design Trainer Analysis Spectrum Analyzer Based on Raspberry Python and Register Transfer Level-Software Defined Radio,” *Jurnal Teknik dan Keselamatan Transportasi*, vol. 3, 2020.
- [2] A. Putri Anggraeni, A. Irfansyah, T. Warsito, P. D. Studi, T. Navigasi Udara, and P. I. Penerbangan Surabaya Jl Jemur Andayani, “PROSIDING SEMINAR NASIONAL INOVASI TEKNOLOGI PENERBANGAN (SNITP) TAHUN 2021 RANCANG BANGUN SISTEM TELEMETRI DATA SUDUT PERGERAKAN PADA QUADCOPTER BERBASIS RASPBERRY PI DAN SDR”.
- [3] S. Pratama and D. Tresnawan, “Sistem Monitoring Spektrum Akupansi Band AM, FM dan Trunking Menggunakan RTL SDR 2832U DVB-T Tuner Dongles Berbasis Visual Studio,” *Telcomatics*, vol. 6, no. 2, p. 38, Jan. 2022, doi: 10.37253/telcomatics.v6i2.6343.
- [4] M. Ginola, A. Adityawarman, A. Irfansyah,) Politeknik, P. Surabaya, and J. Jemur Andayani, “PROSIDING Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP) Tahun 2022 PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN MODULASI AM BERBASIS HARDWARE SDR DAN SOFTWARE GNU RADIO UNTUK MENUNJANG MATA KULIAH

TRANSCEIVER DI POLITEKNIK
PENERBANGAN SURABAYA”.

- [5] A. Rustandi, “Penerapan Model ADDIE dalam Pengembangan Media Pembelajaran di SMPN 22 Kota Samarinda,” *FASILKOM*, 2021.
- [6] C. Febriana, L. S. Moonlight, T. I. Suharto,) Politeknik, P. Surabaya, and J. Jemur Andayani, “PROSIDING Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP) Tahun 2022 RANCANGAN MONITORING SUHU, KELEMBABAN DAN SUMBER KELISTRIKAN UTAMA DI SHELTER DVOR BERBASIS ARDUINO UNO DENGAN MEDIA TRANSMISI RADIO LINK,” 2022.