

Pengembangan Sistem Pemantauan Spektrum Frekuensi Radio Berbasis Teknologi SDR untuk Wilayah Bandung

Angga Maulana¹, Sutrisno², Hanny Madiawati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

¹E-mail: angga.maulana.tcom17@polban.ac.id

²E-mail: sutrisno@polban.ac.id

³E-mail: hannymadiawati@polban.ac.id

ABSTRAK

Komunikasi saat ini menjadi suatu kebutuhan yang utama pada kalangan masyarakat baik itu komunikasi satu arah maupun dua arah. Komunikasi ini dapat berupa suara, teks maupun gambar. Dengan banyaknya stasiun radio FM dan televisi maka spektrum frekuensi radio di udara menjadi semakin padat dan dapat mengakibatkan interferensi antar sinyal jika tidak sesuai dengan regulasi yang telah ditetapkan. Selain hal tersebut terdapat pengguna yang memancarkan sinyal tanpa memiliki izin stasiun penyiaran yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan ekosistem spektrum frekuensi radio. Sehingga untuk menjaga spektrum frekuensi radio sesuai dengan regulasinya maka dibutuhkan sistem pemantauan spektrum frekuensi radio. Sistem tersebut membutuhkan perangkat HackRF One sebagai penerima sinyal radio. HackRF One adalah perangkat penerima sinyal radio yang bersifat *open-source* dengan basis SDR (*Software-Defined Radio*). Perangkat tersebut dapat diintegrasikan dengan *database* sebagai tempat untuk menyimpan data-data okupansi serta python sebagai analisis sinyal radio. Dengan integrasi antara *database*, python dan HackRF One maka bisa terbentuk suatu sistem untuk memantau spektrum frekuensi radio. Dari hasil pemantauan diperoleh informasi berupa status legalitas dari sinyal yang dipantau.

Kata Kunci

HackRF One, SDR, Spektrum Frekuensi, Pemantauan

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini aktivitas komunikasi telah menjadi kebutuhan mulai dari kalangan pemerintah, perusahaan sampai kalangan masyarakat umum. Hingga saat ini radio masih banyak digunakan untuk komunikasi antar mobil darat, penerima radio *broadcast* dan sebagainya.

Padatnya stasiun radio disebabkan oleh banyaknya pemancar yang mengemisikan sinyal *broadcast* ataupun televisi, namun apabila emisi dari operator radio atau televisi tidak mengikuti regulasi frekuensi yang sudah ditetapkan oleh pemerintah maka dapat merusak ekosistem spektrum frekuensi radio. Faktor utama dari permasalahan saat ini adalah gangguan spektrum frekuensi radio yang diakibatkan oleh pengguna yang tidak memiliki izin stasiun radio dan/atau tidak memenuhi persyaratan teknis. Dari hal tersebut pemerintah menasar tiga kelompok pengguna frekuensi, yaitu pengguna frekuensi yang tidak dilengkapi dengan data perizinan, pengguna frekuensi yang beroperasi tidak sesuai dengan peruntukannya, serta pengguna frekuensi yang berpotensi menimbulkan gangguan atau membahayakan keselamatan penerbangan [1].

Penggunaan spektrum frekuensi radio harus sesuai dengan peruntukannya serta tidak saling mengganggu, karena sifat spektrum frekuensi radio dapat merambat ke segala arah tanpa mengenal batas wilayah negara. Keberadaan frekuensi ilegal bukan saja merugikan pengguna spektrum frekuensi legal, tetapi membahayakan pengguna lain seperti bidang penerbangan karena mengganggu komunikasi pilot dengan petugas pengatur lalu lintas udara di bandara [8].

Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk memantau spektrum tersebut adalah HackRF One yang berbasis *software-defined radio* (SDR). Fitur yang ditawarkan oleh SDR yaitu mampu melakukan modifikasi program sehingga dapat mengubah fungsinya secara total dan dapat diaplikasikan pada berbagai layanan berupa suara, teks, data, atau jenis layanan lainnya. Selain itu rangkaian pemrosesan sinyal yang dapat dirubah hanya dengan menjalankan perangkat lunak tanpa perlu mengubah perangkat keras. Fitur ini memungkinkan penggunaan perangkat radio menjadi lebih efisien yaitu mampu beradaptasi terhadap antarmuka dan jaringan yang berbeda [2].

Implementasi sistem berbasis teknologi SDR memberikan alternatif dalam komunikasi melalui gelombang radio. GNURadio dapat dimanfaatkan pada sistem operasi linux untuk proses *decoding* sinyal radio dengan perangkat SDR sebagai penerima sinyal. Sinyal yang diterima akan diterjemahkan kemudian menghasilkan output berupa suara, gambar dan video [3].

Sistem yang berbasis SDR dengan implementasi untuk *decoding* sinyal radio FM memiliki kualitas yang sama dengan radio FM konvensional. Hal ini dibuktikan dengan menganalisis bentuk sinyal *baseband* yang sesuai dengan teori multipleks untuk siaran radio FM. Sistem dengan basis SDR ini memberikan fleksibilitas dalam pengembangan maupun pengoperasiannya [2]. Selain menerima sinyal sistem dengan basis SDR mampu memancarkan sinyal modulasi FM. Dalam praktiknya, *file* audio dikirim menggunakan WBFM (*Wide Band Frequency Modulation*). *File* audio yang dikirimkan dapat diterima dengan baik oleh penerima FM pada ponsel. Spektrum yang diterima sama seperti spektrum yang ditransmisikan [4].

Pada penelitian ini akan dikembangkan sistem pemantauan spektrum frekuensi radio berbasis teknologi SDR dan membuat teknik baru terhadap analisa spektrum frekuensi radio yakni memantau spektrum frekuensi kemudian menentukan status legalitas sinyal tersebut. Spektrum frekuensi dipindai berdasarkan referensi geografis untuk mendapatkan daftar saluran radio FM lokal yang akan dibandingkan dengan daftar frekuensi pada basis data. Daftar saluran radio tersebut dibandingkan dengan frekuensi yang terdaftar dalam basis data, apabila daftar frekuensi tersebut sesuai dengan basis data maka data tersebut akan ditampilkan [5].

Bila nilai frekuensi yang diinputkan pada sistem pemantauan ini tidak sesuai dengan basis data maka frekuensi tersebut akan dianggap ilegal dan pemantauan spektrum frekuensi radio yang dilakukan oleh sistem ini hanya sebatas wilayah bandung dan sekitarnya.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Spektrum Frekuensi Radio

Alokasi spektrum frekuensi radio di Indonesia mengacu kepada tabel alokasi spektrum frekuensi yang dikeluarkan secara resmi oleh International Telecommunication Union (ITU) untuk wilayah 3 pada peraturan radio edisi 2008. Alokasi frekuensi ITU juga menjadi acuan bagi negara-negara lain di dunia. Peraturan terkait alokasi frekuensi radio ini telah diatur oleh Kementerian Komunikasi dan Informatika Indonesia dalam Peraturan Menteri

nomor 29 tahun 2009 yang dikeluarkan tanggal 30 Juli 2009. Penempatan spektrum frekuensi radio bertujuan untuk menghindari terjadinya interferensi dan menetapkan protokol keserasian antara pengirim dan penerima [6].

2.2 Basis Data

Basis data (*database*) merupakan kumpulan dari data yang saling berhubungan antara satu data dengan yang lainnya yang diorganisasikan berdasarkan skema atau struktur tertentu. Skema menggambarkan objek yang mewakili basis data dan hubungan antara objek-objek. Terdapat banyak cara untuk memodelkan struktur basis data salah satunya dengan model data. Model yang umum digunakan adalah model relasional, relasi data biasanya ditunjukkan dengan kunci (*key*) dari tiap *file* yang ada. Menurut istilah layman relasi data mewakili semua informasi dalam bentuk tabel-tabel yang saling berhubungan di mana setiap tabel terdiri dari baris dan kolom [7].

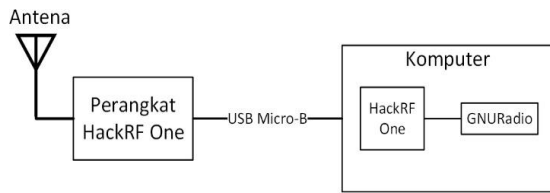
Data merupakan fakta atau nilai yang tercatat atau merepresentasikan deskripsi dari suatu objek yang selanjutnya dilakukan pengolahan menjadi bentuk yang berguna atau bermanfaat bagi pemakainya. Bentuk informasi yang kompleks dan terintegrasi dari pengolahan sebuah basis data dengan komputer akan digunakan untuk proses pengambilan keputusan yang membentuk Sistem Informasi Manajemen (SIM), data dalam basis data merupakan item terkecil dan terpenting untuk membangun basis data yang baik dan valid [7].

3. METODE PENELITIAN

Membangun sistem untuk menentukan status legalitas sinyal hanya memerlukan perangkat SDR dalam perkembangan teknologi saat ini. Komponen perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah HackRF One. HackRF One terhubung dengan komputer melalui antarmuka USB Micro-B. Koneksi ini memungkinkan perangkat lunak untuk mengontrol HackRF One dan melakukan pengiriman ataupun penerimaan sinyal.

Terdapat tiga aplikasi sebagai penunjang perancangan sistem yaitu GNURadio, MySQL dan python. GNURadio berfungsi untuk merancang rangkaian penerima pada perangkat lunak yang diterapkan pada HackRF One karena berbasis SDR (*Software-Defined Radio*). Hasil dari GNURadio ini akan ditampilkan dalam bentuk grafik daya. Penggunaan dari MySQL adalah menyimpan data-data okupansi spektrum frekuensi radio yang akan ditampilkan pada antarmuka yang dibuat oleh python. Python berfungsi sebagai perancang antarmuka dan sistem integrasi antara MySQL dan GNURadio.

3.1 Blok Diagram Sistem

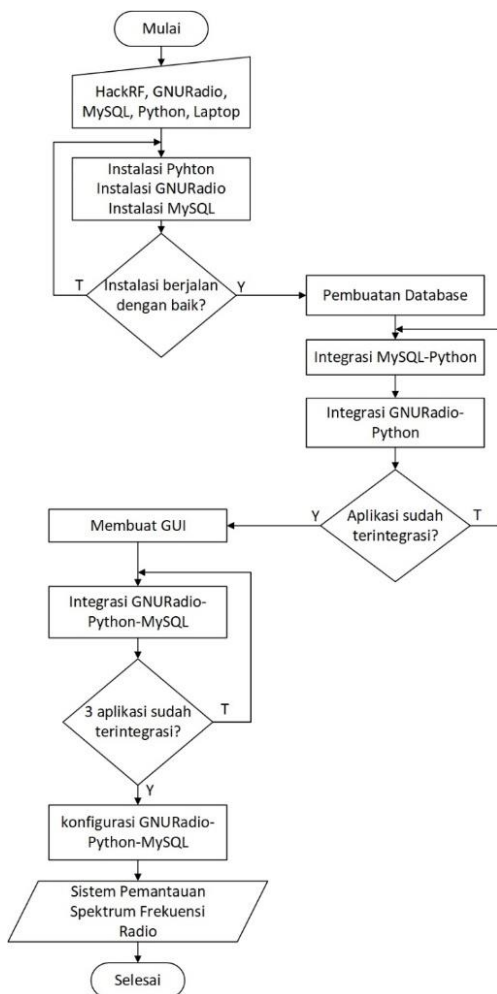


Gambar 1. Blok diagram sistem

Sinyal masuk kedalam perangkat HackRF One menggunakan antena. Dengan menggunakan USB Micro-B sinyal tersebut dapat diterima pada aplikasi GNURadio dan diolah didalam perangkat HackRF One berdasarkan rangkaian yang telah dirancang pada aplikasi GNURadio. Hasil dari pengolahan tersebut dapat menentukan status legalitas sinyal.

3.2 Diagram Alir Perancangan Sistem

Rancangan diagram alir yang digunakan ini bertujuan untuk mempermudah proses perancangan sehingga proses tersebut dapat berjalan dengan efektif dan terarah.



Gambar 2. Diagram alir perancangan sistem

Proses perancangan dimulai dari instalasi python, GNURadio dan MySQL. Karena sistem yang dirancang membutuhkan *library* yang telah terinstal pada aplikasi tersebut. Dalam proses integrasi, versi python yang digunakan harus sama antara GNURadio dan MySQL karena akan mempengaruhi proses dari integrasi yang berlangsung. Versi python ini akan mempengaruhi terhadap versi *library* yang diunduh dan perintah yang digunakan.

Dalam memenuhi fungsi sebagai sistem diperlukan GUI untuk menunjang antarmuka dengan pengguna, konfigurasi antarmuka dilakukan menggunakan *library* QT dengan bahasa pemrograman python dan desain serta fungsinya disesuaikan dengan tujuan dari penelitian ini.

3.3 Rancangan Basis Data

Konsep penentuan status legalitas adalah membandingkan frekuensi sinyal yang dipantau dengan frekuensi *carrier* dari sinyal legal, data okupansi sinyal legal tersebut disimpan dalam tabel pada basis data.

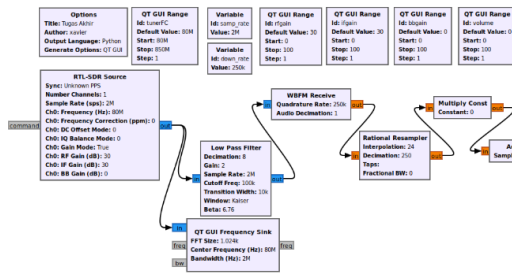
#	frekuensi	okupansi	latitude	longitude	parameter
1	87.7	Radio Ekacita Swara Buana	-6.90055556	107.62416667	True
2	88.1	SE Radio	-6.89583333	107.60361111	True
3	88.5	Radio Mora Parna Karsa	-6.93944444	107.60111111	True
4	88.9	Her Radio	-6.88388889	107.59722222	True
5	89.3	Bandung News & Talk	-6.815	107.55944444	True
6	89.7	Global Radio Bandung	-6.815	107.56333333	True
7	90.1	Radio Karang Tumaritis	-6.89333333	107.62555556	True
8	90.5	Radio Cakra	-6.88613889	107.60080556	True
9	90.9	Radio Litaseri	-6.82944444	107.63166667	True
10	91.7	PT. Radio Citra Bahana Limbangan	-6.82944444	107.63166667	True
11	92.1	Radio Bandung Suara Indah	-6.91111111	107.59777778	True
12	92.5	Maestro FM	-6.91833333	107.62888889	True
13	92.9	Radio Arus Rizki	-6.8775	107.55027778	True
14	93.3	Radio Ganesha	-6.82972222	107.63194444	True
15	93.7	Paramuda	-6.94261111	107.60088889	True
16	94.4	Radio Bandung Cipta Perdana	-6.88361111	107.60277778	True
17	94.8	Galang	-6.815	107.55944444	True
18	95.2	Radio Swara Pandawalima Shakti	-6.86222222	107.605	True
19	95.6	BS Radio Swara Burinyay	-6.96083333	107.75083333	True
20	96	RRI Bandung-1	-6.89138889	107.645	True
21	96.4	Radio Bobotoh FM	-6.88361111	107.60277778	True
22	96.8	Eight Radio FM	-6.815	107.55944444	True
23	97.2	New Shinta FM	-6.81722222	107.56083333	True

Gambar 3. Data okupansi legal dalam basis data

Basis data tersebut menyimpan informasi berupa frekuensi *carrier*, nama okupansi, *longitude*, *latitude* dan parameter. Semua data tersebut dibutuhkan untuk menunjang kerja sistem menjadi lebih informatif.

3.4 Rancangan Sistem

Perancangan sistem diawali dengan merancang rangkaian penerima sinyal, rangkaian ini harus menerima sinyal dari pita VHF hingga UHF.



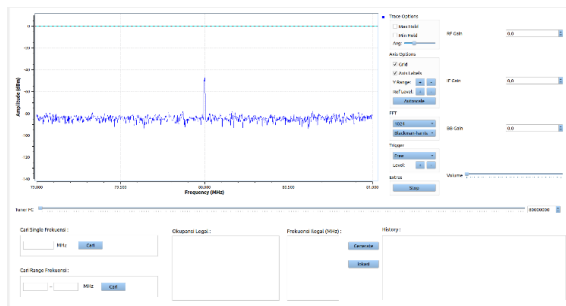
Gambar 4. Rangkaian penerima radio FM dan televisi

Sinyal masuk ke dalam Hackrf One dan diproses pada aplikasi GNURadio, dalam aplikasi tersebut dibuat rangkaian yang berfungsi menerima sinyal FM dan televisi, rangkaian tersebut dirubah kedalam bentuk kode sehingga fungsinya dapat disesuaikan dengan tujuan dari penelitian ini. Dengan menggunakan basis data, data-data okupansi spektrum frekuensi dapat disimpan dan bisa dijadikan acuan untuk sistem ketika proses pemantauan.

Sinyal yang diterima harus dalam bentuk grafik guna mempermudah pengguna dalam melihat kondisi spektrum frekuensi. Dalam menunjang proses pemantauan sehingga menghasilkan pengalaman yang baik serta fungsionalitas yang baik maka dibutuhkan antarmuka yang menarik dan efektif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapat dari penelitian ini berupa grafik dan informasi legalitas. Salah satu hasil dari sistem ini yaitu antarmuka sistem. Isi dari antarmuka ini yaitu grafik daya, tiga jenis penguatan sinyal, volume suara, kolom pemantauan, informasi legalitas dan riwayat pemantauan. Sistem ini dapat menampilkan lokasi pemancar untuk okupansi legal.



Gambar 5. Antarmuka sistem pemantauan spektrum frekuensi

Pada kolom pemantauan terdapat dua jenis pemantauan yakni cari *single* frekuensi dan cari *range* frekuensi. Fungsi dari kedua kolom tersebut berbeda, perbedaannya adalah cari *single* frekuensi dapat menentukan status legalitas sinyal sementara untuk cari *range* frekuensi tidak. *Range* frekuensi

dibuat dengan tujuan jika spektrum yang akan dipantau lebih lebar lagi.

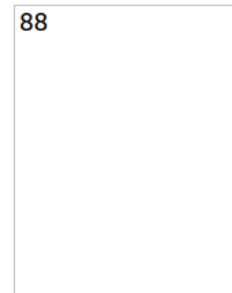
Okupansi Legal :



Gambar 6. Informasi status okupansi legal

Gambar 6 adalah hasil dari proses pencarian *range* frekuensi, dari pencarian tersebut sinyal yang ditampilkan tidak disertai sinyal ilegal karena fungsi pencarian hanya berdasarkan basis data. Berbeda dengan proses pencarian *single* frekuensi yang hasilnya ditunjukkan pada gambar 7.

Frekuensi Ilegal (MHz) :



Gambar 7. Informasi status frekuensi ilegal

Pada gambar tersebut terdapat hasil dari proses pemantauan *single* frekuensi. Pemantauan tersebut dapat menentukan status legalitas, namun perbandingan status antara legal dan ilegal berdasar pada frekuensi carrier yang telah diatur oleh Balai Monitoring Spektrum Frekuensi Kelas I Bandung.

Informasi riwayat pemantauan dibuat dalam kolom riwayat pemantauan, kolom ini berfungsi untuk memperlihatkan hasil dari proses pemantauan dan pengecekan lokasi pemancar.

History :

- Juli 25, 2020 23:52:15 - Memantau Radio Ekacita Swara Buana Pada Frekuensi 87.7 MHz
- Juli 25, 2020 23:52:19 - Memantau SE Radio Pada Frekuensi 88.1 MHz
- Juli 25, 2020 23:52:35 - Memantau Pemancar Ilegal Pada Frekuensi 88.13 MHz
- Juli 25, 2020 23:53:12 - Memantau Pemancar Ilegal Pada Frekuensi 87.72 MHz
- Juli 25, 2020 23:53:38 - Memantau ANTV Pada Frekuensi 767.25 MHz
- Juli 25, 2020 23:53:45 - Memantau GTV Pada Frekuensi 671.25 MHz
- Juli 25, 2020 23:54:15 - Memantau Pemancar Ilegal Pada Frekuensi 671.27 MHz

Gambar 8. Informasi riwayat pemantauan

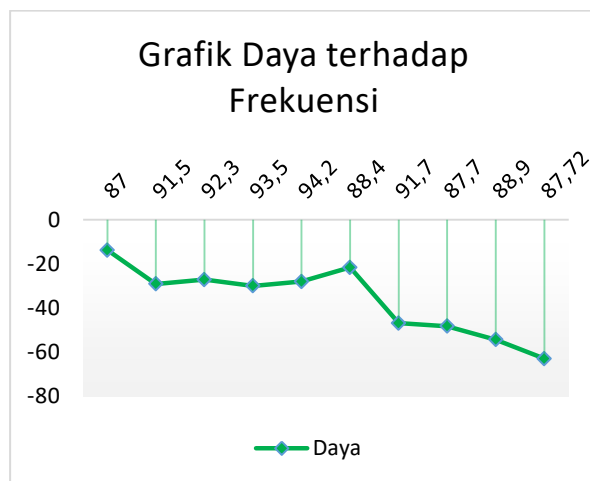
Dari hasil pengujian didapatkan hasil dengan sampel data sebanyak 10 pengujian pada frekuensi yang berbeda. Pengujian ini menguji sistem secara

keseluruhan. Berikut adalah hasil dari status legalitas sinyal yang diuji terhadap 10 jenis frekuensi yang berbeda.

Tabel 1. Informasi hasil pemantauan status legalitas

No	Frekuensi (MHz)	Status	Okupansi	Daya (dBm)
1	87	Ilegal	-	-13.84
2	91.5	Ilegal	-	-29.09
3	92.3	Ilegal	-	-27.15
4	93.5	Ilegal	-	-29.93
5	94.2	Ilegal	-	-27.99
6	88.4	Ilegal	-	-21.61
7	91.7	Legal	PT. Radio Citra Bahana Limbangan	-46.84
8	87.7	Legal	Radio Ekacita Swara Buana	-48.23
9	88.9	Legal	Her Radio	-54.33
10	87.72	Ilegal	-	-62.92

Pengujian ini dilakukan dengan sinyal spektrum frekuensi yang ada di udara. Sementara itu sinyal yang berstatus ilegal adalah pemancar buatan untuk menguji fungsi sistem. Posisi geografis dari pemancar dapat menentukan daya yang diterima oleh sistem ini.



Gambar 9. Grafik daya hasil pemantauan status legalitas

Dari grafik tersebut terlihat jika daya yang diterima adalah relatif, nilai tersebut tergantung dari daya pancar, penguatan sistem penerima sinyal dan jarak antara pengirim dan penerima.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil dari pengujian daya minimum dan status sinyal maka didapati kesimpulan yaitu: nilai frekuensi yang akan dipantau dapat ditentukan statusnya dengan batasan bahwa nilai yang diinputkan tersebut harus frekuensi *carrier* pemancar yang akan dipantau, sistem ini dapat menampilkan lokasi pemancar pada *google maps*

namun hanya pemancar yang legal yang lokasinya dapat di tampilkan, riwayat pemantauan baik itu frekuensi legal maupun ilegal dan pengecekan lokasi akan ditampilkan pada antarmuka dengan tujuan untuk memberitahukan kepada pengguna terkait detail pemantauan atau pengecekan yang telah dilakukan serta penentuan status legalitas hanya dapat dilakukan ketika proses pencarian *single* frekuensi saja dan tidak dapat dilakukan ketika proses pencarian untuk *range* frekuensi.

Pada sistem ini masih terdapat beberapa hal yang dapat dikembangkan. Adapun saran untuk mengembangkan sistem ini yaitu: Sistem pemantauan ini masih mengidentifikasi sinyal berdasarkan frekuensi sehingga pengembangan selanjutnya adalah berdasarkan daya. Perbedaan identifikasi antara daya dan frekuensi yaitu proses pemantauan berdasarkan frekuensi tidak dapat mendeteksi sinyal pada spektrum frekuensi tertentu sementara jika menggunakan daya bisa mendeteksi sinyal di spektrum manapun selagi nilai tersebut melebihi *threshold*. Selain itu perkembangan sistem ini dapat menampilkan *bandwidth* dan nilai *noise* yang diatur menggunakan rumus yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kepala Biro Humas Kementerian Kominfo, "Pekan Tertib Frekuensi Nasional 2019, Kominfo Tertibkan 822 Pancaran Frekuensi Ilegal," Kominfo, 05 November 2019. [Online]. Tersedia: https://www.kominfo.go.id/content/detail/22579/siaran-pers-no-204hmkominfo112019-tentang-pekan-tertib-frekuensi-nasional-2019-kominfo-tertibkan-822-pancaran-frekuensi-ilegal/0/siaran_pers. [Diakses 05 Agustus 2020].
- [2] A. Rahmadian, "Penerima Radio FM Berbasis Software-Defined Radio (SDR) Menggunakan USRP N210," *Jurnal Ilmiah Informatika dan Komputer*, vol. 21, pp. 137-138, 2016.
- [3] S. A. Ramadhan, M. F. Rizal dan M. Rosmiati, "Implementasi GNURadio GR-DVBT2 Untuk Decoding Sinyal Televisi," *e-Proceeding of Applied Science*, vol. 4, no. 3, pp. 1949-1952, 2018.
- [4] D. Kushnure, "Implementation of FM Transceiver using Software Defined Radio (SDR)," *International Journal of Engineering Development and Research*, vol. 5, no. 2, p. 225, 2017.
- [5] W. K. Wilson, "Radio Scanner Programmed From Frequency Database and Method". United States Paten US007676192BI, 9 Mar 2010.
- [6] D. Kho, "Pengertian Spektrum Frekuensi Radio

- dan Pengalokasiannya,” Teknik Elektronika, [Online]. Tersedia: <https://teknikelektronika.com/pengertian-spektrum-frekuensi-radio-pengalokasiannya/>. [Diakses 05 Agustus 2020].
- [7] Admin, “Pengertian Database,” TermasMedia, 17 Maret 2020. [Online]. Tersedia: <https://www.termasmedia.com/lainnya/software/69-pengertian-database.html>. [Diakses 05 Agustus 2020].
- [8] SDPPI, “Penggunaan Frekuensi Radio Ilegal Membahayakan Masyarakat,” kominfo, 23 Desember 2014. [Online]. Tersedia: <https://www.postel.go.id/berita-penggunaan-frekuensi-radio-ilegal-membahayakan-masyarakat-27-2247>. [Diakses 05 Agustus 2020].