

STUDI PENANGANAN GANGGUAN SPEKTRUM FREKUENSI RADIO DI LOKA MONITOR GORONTALO

(Kasus Gangguan pada Radar Cuaca BMKG Gorontalo)

Muchlis Budiono¹, Zainudin Bonok², Syahrir Abdussamad³
^{1,2,3}*Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Gorontalo,
Jl. Sudirman, Kota Gorontalo, Gorontalo, Indonesia*
Email: muchlisbudiono.99@gmail.com, zainudinbonok@ung.ac.id,
syahrirabdussamad@ung.ac.id

ABSTRAK

Gangguan frekuensi dapat mengakibatkan kerusakan pada sistem telekomunikasi baik komunikasi dalam bentuk voice maupun data, oleh karena itu gangguan pada frekuensi ini harus segera mungkin di atasi agar komunikasi dapat berjalan dengan lancar. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari proses dalam penanganan gangguan frekuensi radio di Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo (kasus gangguan pada frekuensi yang ditetapkan untuk radar cuaca BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin). Metode yang digunakan yaitu studi observasi lapangan dan diskusi bersama beberapa pihak terkait guna melakukan pengambilan data lapangan yang diperlukan. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: GPS Garmin Montana 650s, R&S PR 100, R&S Antenna HE300, FieldFox N9918A, Antenna BWA 5 GHz TP-Link CPE 610, Spectrum Analyzer Anritsu MS2720T, Teropong Steiner, Inverter, Laptop, dan Mobil Monitoring. Dengan menggunakan spectrum analyzer dapat dilihat terjadinya interferensi disebabkan adanya sinyal lain yang frekuensinya sama dan besarnya daya sinyal pengganggu. Ukuran yang digunakan untuk menilai kualitas sinyal terhadap gangguan interferensi dinyatakan dengan *C/I* (dB). Frekuensi radar BMKG Provinsi Gorontalo mengalami gangguan pada frekuensi kerjanya yaitu pada range 5540 – 5660 MHz, Gangguan frekuensi pada radar cuaca BMKG Gorontalo dalam bentuk interferensi disebabkan adanya banyak penggunaan frekuensi BWA 5 GHz yang menduduki frekuensi kerja radar BMKG, Selanjutnya Tim Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo melakukan clearance frekuensi radio di wilayah Kota Gorontalo dari range frekuensi 5540 MHz sampai dengan 5660 MHz. Selanjutnya melakukan pengecekan langsung ke access point yang menjadi sumber pengganggu radar cuaca BMKG. Adapun penanganan gangguannya yaitu pemilik diberikan teguran selanjutnya perangkat dimatikan sementara, serta pemilik diminta mengisi surat pernyataan dan mengalokasikan perangkat pada frekuensi yang sesuai perizinannya.

Kata kunci : *Penanganan Gangguan, Frekuensi Radio, Loka Monitor, Radar Cuaca.*

PENDAHULUAN

Era perkembangan teknologi komunikasi dan informasi dewasa ini menuntut adanya kebutuhan terhadap spektrum frekuensi yang semakin luas dan kompleks. Spektrum frekuensi merupakan sumber daya yang sangat vital dan terbatas dalam dunia telekomunikasi (Statistik semester 2/2011). Spektrum frekuensi adalah

sumber daya alam terbatas, merupakan susunan pita frekuensi yang mempunyai frekuensi lebih kecil dari 3000 GHz sebagai satuan getaran gelombang elektromagnetik yang merambat dan terdapat dalam dirgantara/ ruang udara dan antariksa (Statistik SDPPI semester I tahun 2012).

Penggunaan spektrum frekuensi sebagaimana diamanatkan dalam

Undang Undang RI Nomor 36 Tahun 1999 Tentang Telekomunikasi adalah wajib memiliki izin dari pemerintah, harus sesuai dengan peruntukannya serta tidak saling mengganggu, mengingat sifat spektrum frekuensi dapat merambat ke segala arah tanpa mengenal batas wilayah negara. Mengingat potensi adanya gangguan dalam penggunaan spektrum frekuensi, maka Pemerintah mengeluarkan Peraturan Nomor 53 Tahun 2000 Tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio dan Orbit Satelit (Bab III Pasal 4) yang menegaskan bahwa dalam perencanaan penggunaan spektrum frekuensi harus memperhatikan antara lain mencegah terjadinya saling mengganggu.

Sehubungan dengan gangguan spektrum frekuensi radio, maka Direktorat Sumber Daya dan Perangkat Pos dan Informatika (Ditjen SDPPI) menjalankan fungsi pengaturan, pengawasan dan pengendalian spektrum frekuensi meliputi antara lain monitoring, observasi dan penertiban penggunaan spektrum frekuensi. Penanganan gangguan spektrum frekuensi radio diatur dalam Peraturan Direktur Jenderal Pos dan Telekomunikasi Nomor: 087/DIRJEN/2007 Tentang Prosedur

Penanganan Gangguan Spektrum Frekuensi Radio, yang menyatakan pengaduan gangguan spektrum frekuensi radio dilaporkan kepada Unit Pelaksanaan Teknis Balai/ Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio.

Untuk mengetahui penyebab gangguan pada frekuensi radio yang ditetapkan untuk radar cuaca BMKG tersebut diperlukan beberapa alat seperti (1) *GPS Garmin Montana 650s*, (2) *R&S PR 100*, (3) *R&S Antenna HE300*, (4) *Spectrum Analyzer Anritsu MS2720T*, (5) *FieldFox N9918A*, (6) *Antenna BWA 5 GHz TP-Link CPE 610*, (7) Teropong *Steiner*, (8) *Inverter*, (9) *Laptop*, dan (10) Mobil Monitoring.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Studi Observasi lapangan yaitu melakukan pengambilan data lapangan yang diperlukan; Diskusi dilakukan untuk menggali penjelasan-penjelasan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini, baik dengan petugas yang ada dilapangan maupun diskusi bersama dosen pembimbing.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaduan Gangguan

BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin

memiliki tugas menyelenggarakan pengamatan, pengumpulan dan penyebaran, pengolahan dan analisis serta pelayanan di bidang meteorologi, klimatologi, kualitas udara dan geofisika. Untuk melakukan fungsinya BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin memanfaatkan spektrum frekuensi dalam menginformasikan kondisi cuaca, menginformasikan kejadian gempa bumi, dan memberikan informasi tentang potensi tsunami yang kemungkinan akan terjadi

Dalam hal penggunaan radar cuaca untuk mendukung tugas dan fungsinya, BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin mengalami gangguan berupa interferensi yang terjadi dalam azimut 0 - 0,5. Sehubungan dengan interferensi tersebut, maka pihak BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin memohon bantuan kepada Unit Pelaksana Teknis Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo untuk melakukan penanganan gangguan interferensi dan melakukan proteksi radar cuaca BMKG.

BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Jalaluddin memiliki tenaga teknis yang menangani setiap permasalahan yang muncul pada

jaringan mereka. Tetapi jika sumber gangguan berasal dari interferensi pihak luar (gangguan eksternal), maka diperlukan pihak yang berwenang dalam mengatasi permasalahan tersebut dalam hal ini Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio.

Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo merupakan lembaga yang berwenang mengatur tentang spektrum frekuensi radio. Namun Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo hanya bertanggung jawab dalam penanganan gangguan pada penyedia layanan/operator komunikasi yang memiliki izin. Tim Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo akan melakukan penanganan gangguan apabila adanya pengaduan dari pihak yang terganggu.

Apabila terjadi gangguan pada spektrum frekuensi, maka teknisi Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio terlebih dahulu melakukan penanganan pada peralatan internal pihak pengadu seperti yang terjadi pada radar cuaca BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin yang mengalami gangguan pada datayang terjadi secara periodik.

Prosedur Menindaklanjuti Gangguan

Prosedur pendeteksian merupakan upaya verifikasi terhadap adanya laporan aduan BMKG Provinsi Gorontalo yang diterima Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo.

Melakukan Pengecekan Gangguan

Menindaklanjuti permohonan proteksi pada frekuensi radio yang ditetapkan untuk radar cuaca BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin.

Adapun langkah-langkah yang dilakukan untuk tindak lanjut hasil temuan antara lain:

1. Mengecek perizinan radar cuaca BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin yang terganggu.
2. Mengecek atau melakukan survei lapangan disekitar radar cuaca BMKG yang terganggu dengan menggunakan mobil *DF (Direction Finder)* untuk mencari sumber gangguan.
3. Pada umumnya hasil survei akan menemukan penyebab dari gangguan spektrum frekuensi yang terjadi dan terlihat pada *spektrum analyzer* yang menunjukkan bentuk sinyal.

4. Setelah sumber gangguan ditemukan maka pemiliknya akan diminta untuk sementara meng-*offkan* peralatan yang mereka gunakan dan selanjutnya melihat kembali pada *spektrum analyzer*.

5. Jika penyebab gangguan sudah ditemukan, selanjutnya akan diberikan peringatan terhadap pengguna frekuensi yang telah mengganggu frekuensi kerja radar cuaca BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin.

6. Jika peringatan ini tidak diindahkan maka kasus ini diserahkan kepada pihak kepolisian.

Berdasarkan hasil pengecekan, ditemukeni bahwa frekuensi yang ditetapkan untuk radar cuaca BMKG Gorontalo yaitu frekuensi 5600 MHz (berdasarkan hasil rapat dengan SDPPI). Radar cuaca BMKG tersebut kembali mengalami gangguan interferensi pada sudut azimuth 155° (arah Kota Gorontalo) dengan sudut elevasi 0° sampai dengan 3°

Sebelum melakukan penanganan gangguan, Tim Loka Monitor melakukan pengecekan terhadap perangkat radar cuaca BMKG Gorontalo untuk memastikan apakah gangguan yang terjadi disebabkan

interferensi dari luar ataukah ada kerusakan pada perangkat radar. Pengecekan ini juga dilakukan untuk melokalisir band frekuensi mana yang harus *diclearence* mengingat Juni 2018 telah dilakukan penanganan gangguan frekuensi radar cuaca BMKG Gorontalo. Hasil pengecekan seperti ditampilkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Hasil Pengecekan pada Saat Tidak Ada Gangguan pada Frekuensi yang Ditentukan untuk Radar Cuaca BMKG Provinsi Gorontalo

Hasil pengecekan pada Gambar 1 di atas menunjukkan bahwa *peak* (signal biru) adalah level puncak power, *current* (signal merah) adalah level saat ini, sedangkan *average* (signal kuning) adalah level rata-rata. Pada saat kondisi stabil tanpa gangguan, maka ketiga level tersebut akan selalu kontinyu dan sama. Lain halnya ketika terjadi gangguan atau interferensi penggunaan frekuensi yang sama, maka *signal* level akan mengalami lonjakan atau terjadi perubahan pada ketiga level tersebut. Sebagaimana hasil pengecekan seperti ditampilkan pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hasil Pengecekan Gangguan yang Terjadi pada Frekuensi yang Ditentukan untuk Radar Cuaca BMKG Provinsi Gorontalo Berdasarkan data pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa saat terjadi gangguan maka level sinyal akan semakin bertambah atau mengalami perubahan dari level sebelumnya. Adapun hasil pengukuran *bandwidth* radar cuaca BMKG Gorontalo ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengukuran *Bandwidth* Radar Cuaca BMKG Gorontalo

Dari hasil pengecekan internal dengan metode pengukuran didasarkan pada Rec.ITU-R SM.853-1 pada Gambar 3, dimana *bandwidth* diukur dari 20 dBc dibawah *peak spectrum*, diketahui bahwa radar cuaca BMKG Gorontalo yang memancar pada frekuensi 5600 MHz memiliki *occupied bandwidth* 3.194 MHz. Dari hasil pengecekan internal diketahui bahwa pada sistem penerima perangkat radar

BMKG terdapat frekuensi lain yang digunakan yaitu Frekuensi STALO yang bekerja pada frekuensi 5540 MHz (± 60 MHz dari Frekuensi *transmitter* Radar). Sistem penerima radar dapat dikatakan bekerja dengan baik.

Berdasarkan kedua hasil pengecekan perangkat radar tersebut, ditemukeni bahwa perangkat radar BMKG Gorontalo terdapat gangguan yang berasal dari luar. Berdasarkan penggunaan frekuensi STALO yaitu ± 60 MHz dari frekuensi *transmitter* radar, maka tim menyimpulkan untuk melakukan *clearance* frekuensi di wilayah Kota Gorontalo dari *range* frekuensi 5540 MHz sampai dengan 5660 MHz. Tim Loka Monitor selanjutnya memonitoring untuk mendapatkan sumber pengganggu dengan melakukan survei menggunakan mobil DF (*Direction Finder*).

Melalui langkah-langkah penanganan gangguan dan analisa terhadap hasil monitoring, teridentifikasi kembali banyak penggunaan frekuensi BWA 5 GHz yang tidak sesuai dengan alokasi (5725 MHz -5825 MHz) dan menduduki *range* frekuensi yang akan dibersihkan. Adapun pengguna BWA 5 GHz yang ditemukeni mengganggu

frekuensi yang ditetapkan untuk radar BMKG Gorontalo.

Berdasarkan pantauan diketahui bahwa setiap perangkat *AccesPoint* memiliki *range* frekuensi yang berbeda-beda tergantung merk dan tipe yang digunakan. Adapun frekuensi yang dapat diakses atau digunakan beragam tergantung perangkat yang digunakan, namun di Indonesia sesuai Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 27/PER/M.KOMINFO/06/2009 tentang Penggunaan Layanan Pita Lebar pada Frekuensi 5 GHz, maka frekuensi yang boleh digunakan antara *range* 5725-5825 MHz.

Tabel 1. Data Pengguna BWA 5 GHz yang Mengganggu Radar Cuaca BMKG Gorontalo

No	SSID	Lokasi	Frekuensi yang di ganggu	Mark & Tipe	Range Frekuensi Perangkat	Frekuensi yang diizinkan	Keterangan
1	Puncak 03	Hadidumbo, Kota Gorontalo	5535-5555 MHz	Ubiquiti Power Beam PBE-M5-400	5150-5875 MHz	5725-5825 MHz	Akses Poin milik ISP Gowa.
2	AP-Semporna	Jl. Dr. H. Medi Boruiba, SE Nomor 24 Helebilala, Kota Timor, Kota Gorontalo	5570-5590 MHz	Ubiquiti Rocket M5	5170-5875 MHz	5725-5825 MHz	milik PT Semporna Transpot Nusantara.
3	AP-Kominfo Gelai	Jl. Kartini Nomor 74 Gorontalo Mega Zamu Masi 96115.	5580-5600 MHz	FP-Link CP2510	5150-5875 MHz	5725-5825 MHz	Akses Poin milik Dinas Kominfo Lumbi U'Dua, Kota Soleman, Kota Gorontalo.
4	perum_mansi 3	Perumahan Mansi Permai, Kelurahan Hangubora, Kec. Dampas, Kota Gorontalo	5620-5640 MHz	Ubiquiti Rocket M5	5170-5875 MHz	5725-5825 MHz	Akses Poin milik RT RW lokal.
5	A&R_Net	Pulohayaga, Kec. Talaga	5650-5670 MHz	FP-Link CP2510	4900-4900 MHz	5725-5825 MHz	Akses Poin milik RT RW lokal

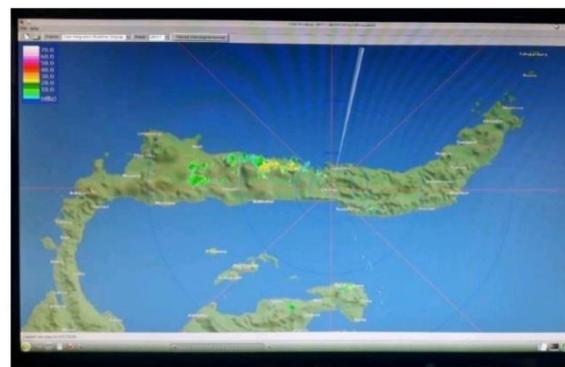
Sumber: Data Lapangan (2019)

Penanganan Gangguan

Setiap *Access Point* pengganggu menyalahi izin penggunaan frekuensi yang diberikan kepadanya. adanya penggunaan frekuensi yang tidak sesuai dengan alokasi maupun penggunaan frekuensi yang menjadi alokasi untuk BMKG Gorontalo sehingga menjadikan gangguan pada frekuensi tersebut.

Dari penanganan yang sudah dilakukan diatas bahwasannya *Access point* pengganggu yang telah mengganggu semua dimatikan untuk sementara waktu, dan akan direlokasi kembali ke frekuensi yang sudah diizinkan oleh menteri komunikasi dan informasi yakni pada frekuensi 5725 MHz -5825 MHz dan Cara penanganan pada semua *Access point* pengganggu diatas semua sama yaitu dimatikan dan pemilik diminta mengisi surat pernyataan dan akan direlokasi kembali pada frekuensi yang ditetapkan. Setelah

access point pengganggu (dimatikan dan frekuensinya direlokasi sesuai dengan alokasi yang ditetapkan, maka proses ini menunjukkan penyebab gangguan radar berhasil ditangani, maka tampilan radar cuaca BMKG Gorontalo kembali *clear* sebagaimana ditampilkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Tampilan Radar BMKG Gorontalo Setelah Penanganan Gangguan

Keberhasilan dalam penanganan penyebab gangguan radar cuaca BMKG Gorontalo yang ditandai dengan tampilan kembali *clear*, maka dapat dinyatakan bahwa gangguan ini terselesaikan.

Memperhatikan hasil penelitian sebagaimana diuraikan di atas, maka dapat dikemukakan bahwa Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo telah melakukan penanganan gangguan frekuensi yang terjadi pada Radar Cuaca Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi

Kelas I Djalaluddin. Gangguan yang terjadi disebabkan banyak penggunaan frekuensi BWA 5 GHz yang tidak sesuai dengan alokasi (5725 MHz -5825 MHz) dan menduduki *range* frekuensi yang akan dibersihkan.

Terjadinya gangguan radar cuaca BMKG umumnya disebabkan karena beberapa *access point* yang menduduki kanal frekuensi yang tidak sesuai dengan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 27/ PER/ M KOMINFO/ 06/ 2009 tanggal 15 Juni 2009 mengenai Ketentuan Teknis Penggunaan Pita Frekuensi Radio 5.8 GHz untuk Keperluan Pelayanan Pita Lebar Nirkabel (*Wireless Broadband*). Pita frekuensi radio 5.8 GHz pada rentang 5725-5825 MHz ditetapkan untuk keperluan layanan pita lebar nirkabel dengan moda TDD. Setiap pengguna frekuensi radio pada pita frekuensi 5.8 GHz dibatasi penggunaan lebar pita (*bandwidth*) dan daya pancar (*power*). Adanya penggunaan yang tidak sesuai alokasi dari beberapa *access point* pengganggu, maka dapat dipahami dalam hal ini akan terjadi interferensi.

Gangguan spektrum frekuensi harus sesegera mungkin ditangani mengingat keberadaan frekuensi ini merugikan pihak BMKG. Pada saat

frekuensi pengganggu mengganggu frekuensi eksisting radar cuaca BMKG, maka informasi yang terdisplay pada frekuensi eksisting tersebut menjadi lemah bahkan hilang. Apabila gangguan tersebut tidak segera diatasi, maka akan mengganggu sistem peringatan dini bencana alam yang sangat dirasakan manfaatnya oleh masyarakat.

Melalui hasil penanganan gangguan frekuensi Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo dapat diketahui bahwa alokasi spektrum frekuensi radar cuaca BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin yaitu pada frekuensi 5600 MHz dengan range frekuensi kerja (5540 - 5660 MHz). Adanya interferensi yang terjadi pada radar cuaca BMKG Provinsi Gorontalo Stasiun Meteorologi Kelas I Djalaluddin disebabkan adanya banyak penggunaan frekuensi BWA 5 GHz yang tidak sesuai dengan alokasi (5725 MHz - 5825 MHz). Oleh karenanya, penanganan gangguan spektrum frekuensi radar cuaca BMKG di wilayah kerja Gorontalo dilakukan dengan *mengoffaccess point* pengganggu dan meminta pemilik atau pengguna mengisi surat pernyataan serta merelokasi frekuensinya sesuai dengan alokasi yang ditetapkan.

SIMPULAN

1. Frekuensi radar BMKG Provinsi Gorontalo mengalami gangguan pada frekuensi kerjanya yaitu pada range 5540 – 5660 MHz, adapun pengganggunya berasal dari banyaknya perangkat BWA 5 GHz yang menduduki frekuensi kerja milik radar BMKG.
2. Pemilik perangkat BWA 5 GHz yang mengganggu kemudian diberikan teguran selanjutnya perangkat dimatikan sementara, serta pemilik diminta mengisi surat pernyataan dan mengalokasikan perangkat pada frekuensi yang sesuai perizinannya.
3. Apabila setelah dilakukannya tindakan teguran dan pemilik sudah mengisi surat pernyataannya tetapi masih menggunakan frekuensi yang menyebabkan gangguan pada radar maka selanjutnya akan diserahkan pada pihak yang berwajib untuk diproses sesuai hukum.

Saran

1. Kepada pihak Loka Monitor Spektrum Frekuensi Gorontalo diharapkan dapat melakukan kolaborasi/ kerja sama dengan perguruan tinggi yang memiliki jurusan teknik elektro/

telekomunikasi untuk melakukan praktek langsung dan memberikan ilmu kepada mahasiswa tentang cara kerja spektrumfrekuensi.

2. Kepada pihak pengguna spektrum frekuensi di wilayah Gorontalo kiranya selalu tertib dalam menggunakan frekuensi sesuai dengan alokasi yang ditetapkan dengan perizinannya.
3. Kepada peneliti lain diharapkan melakukan penelitian lanjutan terhadap interferensi yang terjadi pada jaringan seluler dan radio siaran.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aziz, Azwar. 2014. “Studi Efektivitas Penanganan Gangguan Frekuensi Radio Di Balai Monitor Spektrum Frekuensi Radio”. *Buletin Pos dan Telekomunikasi* Vol. 12 No. 3 September: 167-182.
- [2] Alhadi, Muhammad., Dasril dan Fitri Imansyah. 2018. *Gangguan Interferensi Gelombang Frekuensi Radio yang Sama (Studi Kasus Penerimaan Siaran TV Indovision Di Daerah Gajah Mada Pontianak)* Skripsi Tidak Dipublikasikan Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik. Tanjungpura: Universitas Tanjungpura.
- [3] Novyanti Br. Tarigan. 2012. *Gangguan Spektrum Frekuensi radio pada Jaringan GSM PT. INDOSAT*, Tbk. Skripsi Tidak Dipublikasikan Departemen Teknik Elektro Program Pendidikan Sarjana Ekstensi Fakultas Teknik.

- Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Telekomunikasi dan Komputer*
Vol.5, No.2, Mei: 163-184.
- [4] Peraturan Direktur Jenderal Pos dan Telekomunikasi Nomor: 087/DIRJEN/2007 Tentang Prosedur Penanganan Gangguan Spektrum Frekuensi Radio
- [5] Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 27/ PER/ M KOMINFO/ 06/ 2009 tanggal 15 Juni 2009 mengenai Ketentuan Teknis Penggunaan Pita Frekuensi Radio 5.8 GHz untuk Keperluan Pelayanan Pita Lebar Nirkabel (*Wireless Broadband*)
- [6] Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Nomor 03/PER/M.KOMINFO/03/2011 tentang Organisasi dan Tata Unit Pelaksana Teknis Bidang Monitor Spektrum Frekuensi Radio
- [7] Peraturan Pemerintah Nomor 53 Tahun 2000 Tentang Penggunaan Spektrum Frekuensi Radio dan Orbit Satelit
- [7] Setiawan, Deny. 2003. *Alokasi Frekuensi dan Satelit di Indonesia*. Jakarta: Koperasi Pegawai Ditjen Postel.
- [8] Shoji, Shigeki. 1976. *Telecommunication Technique Handbook*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [9] Standar Operating Procedure Loka Monitor Spektrum Frekuensi Radio Gorontalo Tahun 2019.
- [10] Sunarto. 2008. *Pembekalan Bidang Telekomunikasi*. Jakarta.
- [11] Undang Undang RI Nomor 36 Tahun 1999 Tentang Telekomunikasi.
- [12] Wardoyo, Eko. 2014. "Interferensi Frekuensi Radar Cuaca C-Band di Indonesia" *IncomTech, Jurnal*
- [13] "Interferensi". http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/WiFi:_Me_minimisasi_Interferensi_dan_Noise . Diakses tanggal 27 Desember 2018.
- [14]"Mengatasi Interferensi".http://opensource.telkomspeedy.com/wiki/index.php/WiFi:_Strategi_Untuk_Mengalahkan_Interferensi . Diakses tanggal 27 Desember 2018.
- [15] "Prinsip Kerja Spektrum Analyzer". <http://artikelbistek.blogspot.com/2010/06/spectrum-analyzer.html>. Diakses tanggal 27 Desember 2018.