

# ANALISA GANGGUAN FREKUENSI RADIO DAN FREKUENSI PENERBANGAN DENGAN METODA SIMULASI

**Benriwati Maharmi**

Jurusan Teknik Elektro, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru  
Jalan Dirgantara No.4 Arengka Raya Pekanbaru

E- mail : [benriwati\\_m@yahoo.com](mailto:benriwati_m@yahoo.com)

## ABSTRAK

Kisaran frekuensi radio komersil dan frekuensi penerbangan berdekatan sehingga berpotensi untuk terganggu. Kondisi tersebut bisa membahayakan keselamatan penerbangan karena tidak jelasnya informasi yang diterima oleh pilot. Tujuan penelitian ini mengkaji potensi gangguan frekuensi pemancar radio terhadap frekuensi penerbangan, menggunakan metoda simulasi. Gangguan dilihat dari nilai *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) yang terjadi pada hasil simulasi sehingga dapat mengidentifikasi apakah pengguna radio frekuensi sesuai dengan aturan yang ditetapkan. Informasi dari simulasi juga dapat mengetahui mode dari modulasinya sehingga diketahui jenis intermodulasi dan pemancar-pemancar radio penyebabnya. Dari hasil simulasi dengan menggunakan VSWR ini juga dapat disimpulkan bahwa stasiun radio yang beroperasi perangkatnya sudah memenuhi standar dan harus senantiasa diperiksa kondisi perangkatnya untuk menjaga linearitas jaringannya agar emisi tersebar (*spurious emission*) yang terdiri dari harmonisa, intermodulasi, parasitik dapat dikendalikan level dayanya. Untuk mengatasi gangguan frekuensi radio, disarankan menggunakan peralatan berupa *low pass filter* untuk meminimalkan besarnya level frekuensi intermodulasi sehingga tidak mengganggu frekuensi existingnya.

**Kata kunci:** Gangguan frekuensi, simulasi, frekuensi penerbangan, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR)

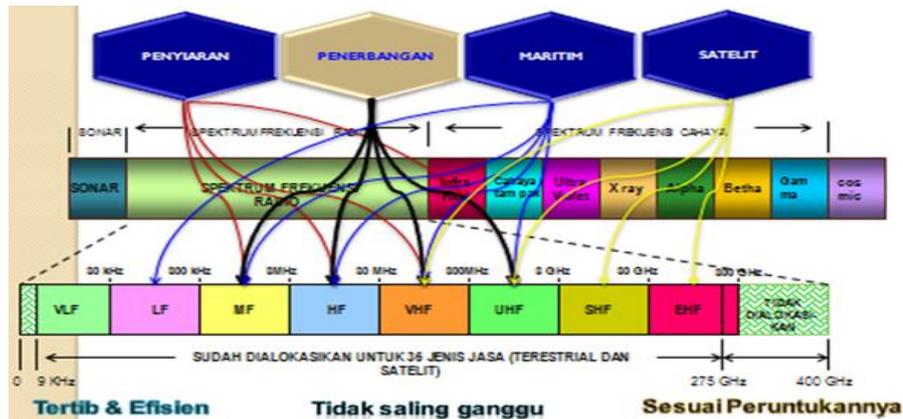
## 1. PENDAHULUAN

Spektrum frekuensi yang digunakan untuk frekuensi radio komersil dengan radio penerbangan berdekatan, maka akan menyebabkan terjadinya potensi gangguan komunikasi radio untuk penerbangan *ground to air* (*Aeronautical Navigation*) gangguan tersebut disebabkan adanya pancaran frekuensi radio yang tidak sesuai dengan peruntukannya atau tidak memenuhi persyaratan teknis, termasuk pancaran dari frekuensi radio yang bekerja pada pita frekuensi siaran. Untuk mengatasi gangguan spektrum frekuensi radio penerbangan perlu dukungan semua pihak demi keselamatan, keamanan, dan kelancaran penerbangan. Potensi gangguan dari pemancar radio dapat diminimalkan dengan memperbaiki perangkat peralatannya sehingga spektrum frekuensi radio penerbangan tidak terganggu, baik yang berasal dari pancaran spurius emisi yang dapat berakibat terhadap gangguan radio penerbangan maupun diluar penerbangan. Tujuan penelitian untuk mengkaji gangguan/interferensi frekuensi radio terhadap frekuensi penerbangan. Gangguan dilihat dari nilai *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) yang terjadi sehingga dapat diketahui frekuensi mana yang menyebabkan terjadi gangguan .

Pada penelitian sebelumnya tentang sistem jaringan komunikasi radio yang direkayasa pada pita frekuensi VHF (30 MHz – 300 MHz) serta kecenderungan gangguan radio yang dapat diakibatkan oleh kondisi non linear unit dalam sistem jaringan, menganalisis dan memprediksi gangguan intermodulasi pemancar dan penerima di site *co-location* [3].

Dalam ketentuan umum disetiap peraturan dan perundangan yang mencakup bidang pertelekomunikasian dalam penggunaan istilah pertelekomunikasian selalu disesuaikan dengan istilah dan definisi dari Radio Regulation: “*Telekomunikasi adalah setiap pemancaran, pengiriman, dan penerimaan dari setiap informasi dalam bentuk tanda-*

tanda, isyarat, tulisan, gambar, suara, dan bunyi melalui sistem kawat, optik, radio, atau sistem elektromagnetik lainnya”[2]. Ketentuan-ketentuan tentang penggunaan frekuensi radio diatur secara internasional. Pewujudan peraturan-peraturan Internasional tersebut diselenggarakan oleh suatu Himpunan Internasional yang bernama *The International Telecommunication Union* disingkat ITU dimana Indonesia menjadi salah satu anggota dari himpunan tersebut. Penggunaan pita spektrum frekuensi berdasarkan ketentuan ITU dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pembagian range pita spektrum frekuensi radio secara Internasional [7].

### Standing Wave Ratio (SWR).

Dalam telekomunikasi *Standing Wave Ratio* (SWR) didefinisikan sebagai perbandingan rasio antara tegangan rms maksimum dan minimum yang terjadi pada saluran yang tidak *match*. Bila saluran transmisi dengan beban tidak sesuai (*missmatch*), dimana impedansi saluran tidak sama dengan impedansi beban dan gelombang dibangkitkan dari sumber secara kontinu, maka dalam saluran transmisi selain ada tegangan datang  $V^+$  juga terjadi tegangan pantul  $V^-$ . Akibatnya dalam saluran akan terjadi interferensi antara  $V^+$  dan  $V^-$  yang membentuk gelombang berdiri (*standing wave*). Suatu parameter yang menyatakan kualitas saluran terhadap gelombang berdiri disebut dengan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR) yaitu [1,4,5]:

$$VSWR = \frac{V_{maks}}{V_{min}} = \frac{V_i + V_r}{V_i - V_r} \quad \text{dimana} \quad VSWR = \frac{1 + \frac{V_r}{V_i}}{1 - \frac{V_r}{V_i}} \quad (1)$$

Dimana  $V_r$  = Revlected voltage  
 $V_i$  = Incident voltage

Maka antara VSWR dengan refleksi didefinisikan sebagai [4, 6] :

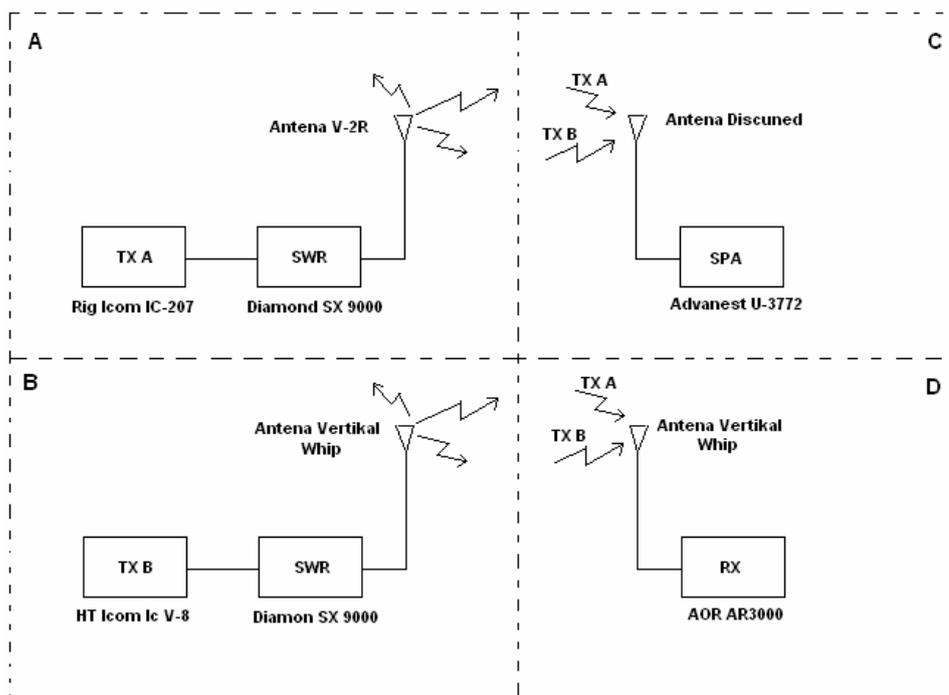
$$VSWR = \frac{1 + |p|}{1 - |p|} \quad \text{atau} \quad VSWR = \frac{1 + \sqrt{P_r/P_f}}{1 - \sqrt{P_r/P_f}} \quad (2)$$

SWR digunakan sebagai ukuran efisiensi untuk jalur transmisi, kabel listrik yang melakukan frekuensi sinyal radio yang digunakan untuk tujuan seperti menghubungkan radio pemancar dan penerima dengan antena dan mendistribusikan sinyal. Jalur transmisi yang ideal memiliki VSWR 1:1 [1].



**2. METODE PENELITIAN**

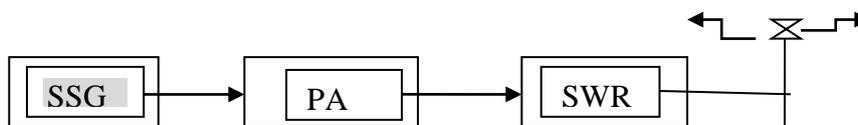
Pada Penelitian ini dilakukan simulasi dengan menggunakan peralatan transmiter *Very High Frequency* (VHF) frekuensi kerja dengan rentang 137 – 172 MHz dengan mode modulasi NFM (*Narrow Frequency Modulation*), *receiver all band* dan *all mode modulation range* frekuensi 100 KHz – 1000 MHz, antenna, *Standard Signal Generator* (SSG), pembangkit sinyal (*oscillator*) *all band* dengan rentang frekuensi 100 KHz – 1000 MHz, SWR (*Standing Wave Ratio*) meter dengan range frekuensi 2 – 450 MHz. *Spectrum Analyzer* (SPA) *all band* rentang frekuensi 100 KHz – 43 GHz, Power Amplifier (*Booster*) berfungsi sebagai penguat daya pancar dari SSG dan difungsikan sebagai *Transmitter all band* dengan rentang frekuensi 30 – 1000 MHz. Rangkaian simulasi dapat dilihat pada gambar 2



**Gambar 2.** Konfigurasi Setting Perangkat Simulasi

Kofigurasi A dan B pada gambar 2 merupakan rangkaian perangkat pemancar dilengkapi dengan unit VSWR meter dan antenna pendukung, dimana konfigurasi A menggunakan peralatan *Rig* dengan power output *Middle* (20 watt) dan jenis antenna *vertical high gain* (V2R) dan konfigurasi B menggunakan unit *Handy Talky* (HT) dengan antenna *Whip* (*super stick*) atau *telescopic* yang ukuran panjangnya dapat diubah-ubah. Rangkaian ini untuk mengukur parameter dan karakteristik pemancar berupa *Power output* (*Foward* dan *Reverse*) dan nilai VSWR.

Simulasi ini menggunakan peralatan sesuai gambar 3 yang terdiri dari SSG dan *Booster*, dimana fungsi SSG sebagai *oscillator* dan *Booster* sebagai Power Amplifiernya.



**Gambar 3.** Konfigurasi Simulasi Transmitter Menggunakan SSG dan PA

### 3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data simulasi dengan kasus pada radio penerima stasiun penerbangan dengan frekuensi kerja (C) : 118,3 MHz, yang terganggu stasiun radio lain dari radio siaran FM komunitas (A) : 107,8 MHz, dimana modulasi stasiun radio A dapat terdengar pada frekuensi penerima stasiun radio C yang karakteristik keduanya sangatlah berbeda baik dari frekuensi maupun jenis kelas emisinya. perangkat SSG2 di simulasikan Non linear. Hasil pengukuran dapat dilihat pada tabel 1 dibawah.

**Tabel 1.** Pengukuran SWR dan Daya (Foward) Pada Pemancar A (SSG-1) Dan B (SSG-2)

| No. | Perangkat Pemancar | Frek. Kerja (MHz) | VSWR    | Daya PA (watt) | Keterangan |
|-----|--------------------|-------------------|---------|----------------|------------|
| 1.  | SSG 1              | 118,300           | 1 : 1,2 | 20             | Linear     |
| 2.  | SSG 2              | 107,800           | 1 : 4   | 20             | Non Linear |

**Tabel 2.** Perhitungan Sampel dan Pengukuran Harmonisa Ke 2 dan Ke 3 Frekuensi Fundamentalnya. (Frekuensi Kerja Pemancar Simulasi)

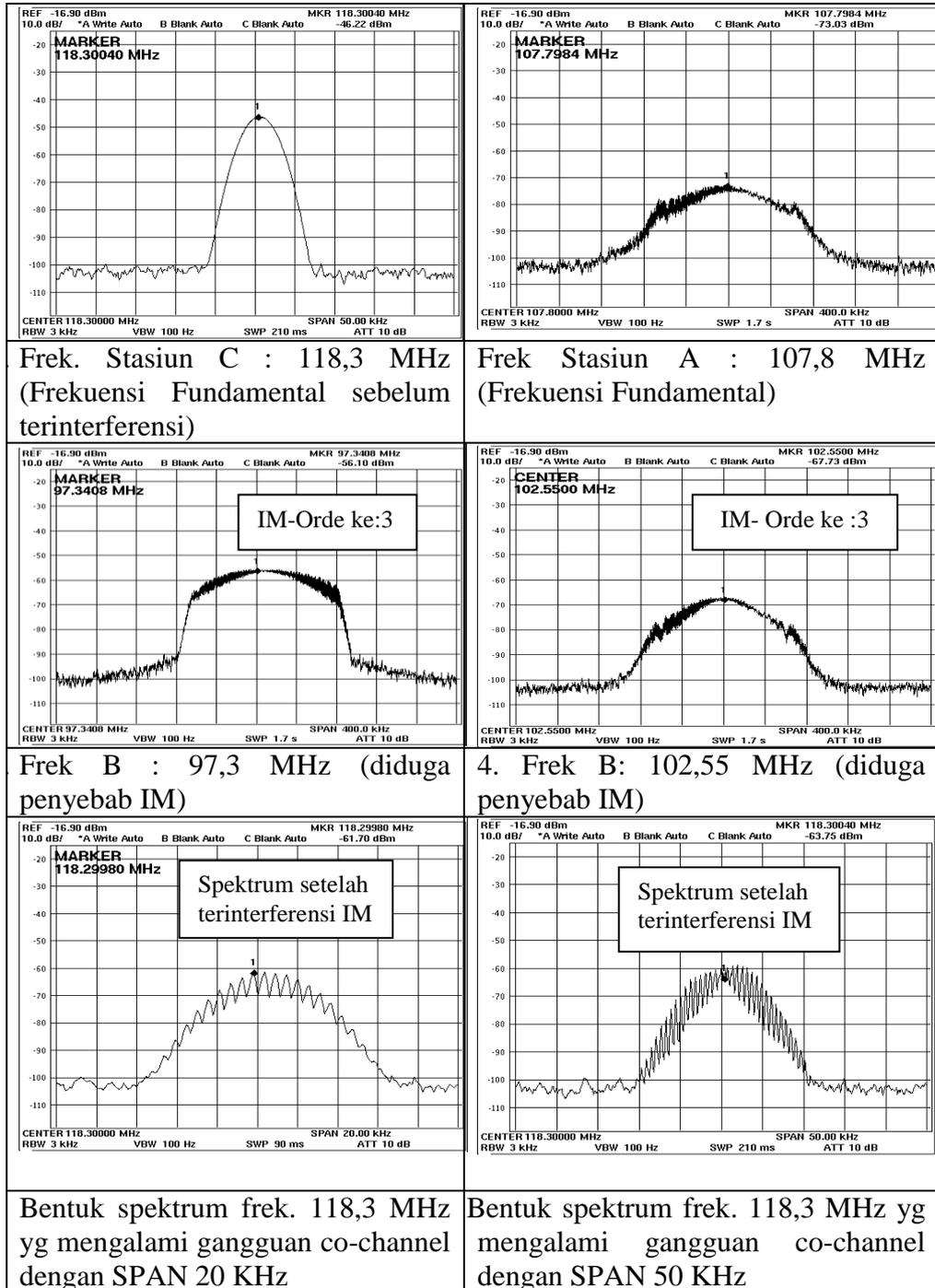
| No. | Frekuensi Fundamental (MHz) | Harmonisa ke -2 |           | Level (dBm) | Keterangan |
|-----|-----------------------------|-----------------|-----------|-------------|------------|
|     |                             | Kelipatan       | Terukur   |             |            |
| 1.  | 118,300                     | 236,600         | 236,59895 | -94,0       |            |
| 2.  | 107,800                     | 215,600         | 215,5935  | -81,20      |            |
| No. | Frekuensi Fundamental (MHz) | Harmonisa ke -3 |           | Level (dBm) | Keterangan |
|     |                             | Kelipatan       | Terukur   |             |            |
| 1.  | 118,300                     | 354,900         | Nihil     | Nihil       |            |
| 2.  | 107,800                     | 324,400         | 324,3940  | -89,84      |            |

Harmonisa pada tabel 2 juga merupakan hasil kelipatan ke-2 dan ke-3 dari frekuensi fundamental. Hasil perhitungan frekuensi hasil intermodulasi orde ke-3 dan orde ke-5 dari Tx.A dan Tx.B, serta level dan kualitas penerimaannya, dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil perhitungan frekuensi hasil intermodulasi orde ke-3 dan orde ke-5 dari Tx.A dan Tx.B

| NO. | <u>Orde ke-3</u>              | <u>Orde ke-5</u>                                    |
|-----|-------------------------------|---|
|     | $A \pm 2B, 2A \pm B$<br>(MHz) | $A \pm 4B, 2A \pm 3B, 3A \pm 2B, 4A \pm B$<br>(MHz) |
| 1.  | 113,05                        | 56,525  |
| 2.  | (-) 5,25                      | (-) 2,625   |
| 3.  | 333,9                         | 49,5  |
| 4.  | 97,3                          | 312,9   |
| 5.  |                               | 220,85  |
| 6.  |                               | 102,5   |
| 7.  |                               | 111,3   |
| 8.  |                               | 32,43   |

Simulasi perhitungan hasil intermodulasi menggunakan frekuensi C = 118,3 MHz (penerima IM) dan frekuensi A = 107,8 MHz (pemancar penyebab IM) serta menggunakan frekuensi B, yang merupakan frekuensi kerja yang lain yang berinteraksi dengan frekuensi A dan menghasilkan IM. Dari hasil simulasi didapat dari hasil pengukuran seperti gambar 4.



Gambar 4. Hasil Simulasi Parameter Frekuensi Radio yang Terukur

**Tabel 4.** Data Hasil Pengukuran Frekuensi Hasil Produk Intermodulasi Jarak Antar Stasiun A Dan Stasiun C Adalah 5 Meter,

| No. | Frekuensi B Terhitung (MHz)                   | Frekuensi Terukur (MHz) | Level (dBm) | Lebar Band (KHz) | Pengguna    |
|-----|---|-------------------------|-------------|------------------|-------------|
| 1.  | <b>Orde ketiga:</b>                           | nihil                   | nihil       | -                | Penerbangan |
| 2.  | 113,05  | nihil                   | nihil       | -                | Konsesi     |
| 3.  | <b>5,25</b>                                   | nihil                   | nihil       | -                | Konsesi     |
| 4.  | 333,9<br>97,3                                 | 97,3408                 | -56,10      | <b>180</b>       | BCFM        |
| 5.  | <b>Orde</b>                                   | nihil                   | nihil       | -                | Konsesi     |
| 6.  | <b>kelima</b>                                 | nihil                   | nihil       | -                | Konsesi     |
| 7.  | 56,525  | nihil                   | nihil       | -                | BCTV UHF    |
| 8.  | <b>2,625</b>                                  | 312,8972                | -61,70      | <b>160</b>       | Konsesi     |
| 9.  | 549,5   | nihil                   | nihil       | -                | Konsesi     |
| 10. | 312,9   | 102,55                  | -67,73      | <b>240</b>       | BCFM        |
| 11. | <b>220,85</b><br><b>102,5</b><br><b>32,43</b> | nihil                   | nihil       | -                | Konsesi     |

Dari tabel 4 didapatkan bahwa untuk frekuensi pengintermodulasi (B) hanya 3 frekuensi yang muncul di Spectrum Analyzer meskipun hasil perhitungan ada 11 frekuensi yang dihasilkan.

Emisi tersebar dalam hal ini hasil intermodulasi dan harmonisa, level dayanya dianalisis menggunakan tabel appendix 3 RR 2003, dimana diketahui bahwa level daya untuk frekuensi *spurious fundamen* 142,500 MHz adalah 40 dB, ini artinya sebagai contoh untuk harmonisa kedua dari 142,5 MHz adalah 285,000 MHz dengan level daya terukur -53,63 dBm sedangkan level daya frekuensi fundamennya terukur -46,33 dBm. Ini artinya *Protection Ratio* untuk emisi tersebar (harmonisa) frekuensi 142,5 MHz adalah: level frekuensi fundamental dikurangi level daya harmonisa. Dimana selisih level dayanya sebesar 7,30 dB, terlalu kecil dari yang diijinkan yakni 40 dB pada range frekuensi 30 – 235 MHz (Tabel appendix 3 RR 2003).

Selanjutnya untuk frekuensi-frekuensi hasil dan pengukuran harmonisa yang lain dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Selisih Harmonisa Hasil Pengukuran

| Frekuensi Fundamental (MHz) | Level frek. Fundamental (dBm) | Level Emisi Tersebar Max. Yang Diizinkan (dB) | Level harmonisa kedua (dBm) | Selisih level Daya Terukur (b dan d) | Level harmonisa Ketiga (dBm) | Selisih level Daya Terukur (b dan f) |
|-----------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|
| A                           | B                             | c   | d                           | e                                    | f                            | G                                    |
| 142,500                     | -46,33                        | 40  | -53,63                      | 7,3                                  | -77,8                        | 31,47                                |
| 143,070                     | -45,89                        | 40  | -53,15                      | 7,26                                 | -87,87                       | 41,98                                |
| 107,8                       | -73,03                        | 40  | -81,20                      | 8,17                                 | -89,84                       | 16,81                                |
| 118,3                       | -46,23                        | 40  | -94,0                       | 47,77                                | nihil                        | Nihil                                |

Dari tabel 5 selisih harmonisa hasil pengukuran diatas frekuensi 143,070 yang memiliki selisih level harmonisa kedua adalah 7,26 dB, hal ini berarti harmonisa kedua dari frekuensi fundamental tersebut memiliki kecenderungan mengganggu frekuensi existing sedangkan pada harmonisa ketiga level dayanya sudah sesuai kriteria dari tabel appendix 3 RR/2003 dimana level daya maksimum yang diizinkan dari emisi tersebar adalah yang level daya emisi tersebarnya memiliki selisih diatas 40 dB untuk range frekuensi 30 – 235 MHz dan daya pancar rata-rata dibawah 25 watt. Hal yang sama juga berlaku untuk frekuensi fundamental lainnya pada tabel.

Untuk menghindari gangguan dari stasiun radio yang beroperasi harus senantiasa diperiksa kondisi perangkatnya untuk menjaga linearitas jaringannya agar emisi tersebar (*spurious emission*) yang terdiri dari harmonisa, intermodulasi, parasitik dapat dikendalikan level dayanya sesuai persyaratan dari appendix 3 RR/2003.

#### 4. KESIMPULAN

Pada saat frekuensi intermodulasi mengganggu frekuensi eksisting maka informasi yang terdengar pada frekuensi eksisting tersebut menjadi lemah bahkan sesekali hilang dan terkadang informasi dari kedua frekuensi yakni frekuensi eksisting dan frekuensi intermodulasi sama-sama terdengar.

Melihat besarnya pengaruh level dalam menentukan terganggu atau tidaknya suatu pemancar dimana sesuai hasil percobaan ditemukan bahwa kuat lemahnya level pada frekuensi existing dan intermodulasi haruslah memiliki selisih level diatas 40 dB agar tidak terjadi gangguan, maka untuk mengatasinya dapat digunakan peralatan berupa low pass filter untuk meminimalkan besarnya level frekuensi intermodulasi sehingga tidak mengganggu frekuensi existingnya. Kondisi peralatan yang digunakan juga harus diperhatikan mengingat kondisi peralatan yang non linear dapat menghasilkan frekuensi intermodulasi yang dapat menyebabkan gangguan.

#### REFERENSI

1. Colen, John, 1995. *Electronic Communication*. Lakehead University, Ontario : fourth Edition
2. Ditjen Postel, 2003, *Radio Regulation*, Jakarta, Departemen Komunikasi dan Informatika Direktorat Jendral Telekomunikasi.

3. Maharmi, Benriwati, 2013, *Simulasi Gangguan Sistem Jaringan Komunikasi Radio VHF (Very High Frequency)*, Jurnal Sainstek Sekolah Tinggi Teknologi pekanbaru Volume 1 nomor 2
4. Bexhet, Kamo, Shkelzen Cakaj, Vladi Koliçi, Erida Mulla, 2012, *Simulation and Measurements of VSWR for Microwave Communication Systems*, *Int. J. Communications, Network and System Sciences*, 5, 767-773 <http://dx.doi.org/10.4236/ijcns.2012.511080> Published Online November 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/ijcns>).
5. Otasowie, P.O, Ogujor, 2009, *Voltage Standing Wave Ratio Measurement And Prediction*, *International Journal of Physical Sciences* Vol. 4 (11), pp. 651-656, November, , ISSN 1992 - 1950 © 2009 Academic Journals Available online at [http://www.academicjournals.org/article/article1380630719\\_OTASOWIE%20and%20OGUJOR.pdf](http://www.academicjournals.org/article/article1380630719_OTASOWIE%20and%20OGUJOR.pdf)
6. Wikipedia, „*Standing Wave Ratio*”, [Akses pada 6 februari 2014] [http://en.wikipedia.org/wiki/Standing\\_wave\\_ratio](http://en.wikipedia.org/wiki/Standing_wave_ratio)
7. Arsyad, Bakhtiar, 2013, *Monitoring dan Penanganan Gangguan Spektrum Frekuensi Radio Untuk Dinas Penerbangan*. [akses pada 22 Desember 2013]. <http://jerujulayang.blogspot.com/2013/06/monitoring-dan-penanganan-gangguan.html>