

SIMULASI GANGGUAN SISTEM JARINGAN KOMUNIKASI RADIO VHF (VERY HIGH FREQUENCY)

Benriwati Maharmi

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

E-mail : benriwati_m@yahoo.com

Abstrak

Spektrum frekuensi radio bernilai penting dan strategis untuk teknologi komunikasi modern. Penggunaan spektrum frekuensi radio harus sesuai dengan peruntukannya dan tidak saling mengganggu karena sifat spektrum frekuensi radio dapat merambat ke segala arah. Penelitian ini bertujuan mengkaji gangguan sistem jaringan telekomunikasi radio dengan memakai metoda simulasi. Simulasi dibatasi hanya untuk sistem jaringan komunikasi radio pada pita frekuensi VHF (30 MHz – 300 MHz), dengan menggunakan tiga unit transceiver dengan frekuensi dapat diubah-ubah dan menggunakan jaringan yang direkayasa pada kondisi tertentu untuk dapat dilihat kesesuaian formula/rumus yang ada terhadap kenyataan di lapangan. Hasil simulasi dengan pencampuran frekuensi A 142,5 MHz dan B 143,07 MHz menghasilkan beberapa frekuensi hasil intermodulasi yaitu frekuensi 143,64 MHz, 141,93 MHz, 144,21 MHz yang mengakibatkan terjadinya gangguan radio (radio interference) serta berefek merusak frekuensi eksistingnya. Penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui cara penggunaan perangkat pemancar radio yang benar dan bebas dari interferensi dan emisi tersebar (spurious emission) dan mengetahui sumber gangguan dalam suatu jaringan komunikasi radio yang mengalami masalah.

Kata Kunci : VHF, Intermodulasi, Spectrum Analyzer

Abstract

Radio frequency spectrum has a crucial and strategic value to modern communication technology. The use of radio frequency spectrum should be in accordance with their distribution and do not interfere with each other due to the nature of the radio frequency spectrum can propagate in all directions. This study is purpose to investigate the interference of radio telecommunications network system using simulation methods. The simulation was conducted only for the network system of radio communications in the VHF band (30 MHz - 300 MHz), which used three units designed transceiver with changeable frequency. Then, the network system was simulated on certain conditions to investigation of formula suitability with the technical field. The simulations were conducted the mixing of frequency between A 142.5 MHz and B 143.07 MHz. Hence, a result of the mixing frequency produced some intermodulation frequencies i.e. 143.64 MHz, 141.93 MHz and 144.21 MHz that affected to the radio interferences and annoying the existing frequencies. Therefore, this research has advantages to identify how to use a radio transmitter device in correct manner, free from interference and spurious emissions, and identify the source of interference in the radio communication network problems.

Keywords: VHF, Intermodulation, Spectrum Analyzer

1. Pendahuluan

Spektrum frekuensi radio merupakan sumber daya alam terbatas yang diatur oleh hukum nasional maupun hukum internasional agar tidak saling mengganggu, mengingat sifat spektrum frekuensi radio dapat merambat kesegala arah tanpa mengenal batas wilayah negara [Setiawan, 2010].

Ketika frekuensi radio digunakan secara berturut-turut di suatu area baik dari keluaran *transmitter* atau masukan *receiver* akan terbentuk sinyal dengan frekuensi yang berbeda akibat bergabungnya dua atau lebih frekuensi yang disebabkan oleh ketidaksempurnaan (*non linear*) suatu sistem komunikasi radio atau kerusakan suatu sistem jaringan komunikasi radio [Alan & Oppenheim, 1997; Colen & John, 1995]. Ini disebut dengan intermodulasi pemancar.

Stine & Schmitz (2013) melakukan penelitian tentang pengaturan penggunaan spektrum frekuensi radio sehingga peruntukannya lebih efektif dan bisa melacak pengguna yang tidak ada izin supaya tidak mengganggu pengguna radio frekuensi yang ada izinnya dengan membuat 12 kondisi permodelan. Selanjutnya, Haindl *et al* (2005) melakukan studi meminimalisasi gangguan pada *Broadband-VHF* pemancar dan penerima dengan metoda *multi-carrier technology*. Kratchounova 2003, melakukan simulasi untuk menguji sejauh mana transmisi radio data digital mengganggu suara radio komunikasi dengan menggunakan metoda *psycho-acoustic*. Namun, semua penelitian di atas tidak mengkaji dampak gangguan pada *site location* sistem pengguna.

Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memprediksi gangguan intermodulasi pemancar dan penerima, sehingga dapat dinilai dampak dari sistem baru pada pengguna yang ada di *site co-location*, dengan menggunakan simulasi sistem jaringan komunikasi radio yang direayasa pada pita frekuensi VHF (30 MHz–300 MHz) serta kecenderungan gangguan radio yang dapat diakibatkan oleh kondisi non linear unit dalam sistem jaringan, sehingga gangguan komunikasi radio dapat diselesaikan dengan cepat dan tepat.

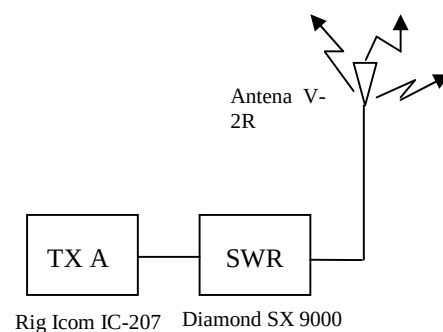
Manfaat hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan penanganan gangguan radio bagi para pengguna perangkat komunikasi radio

2. Metode Penelitian

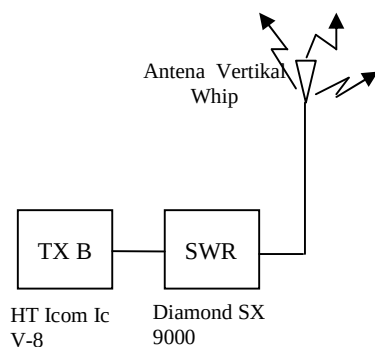
Komunikasi adalah proses pertukaran informasi yang terdiri dari pengirim (*transmitter*), media transmisi dan penerima (*receiver*). Dalam sistem telekomunikasi radio akan terjadi gangguan frekuensi radio yang disebabkan oleh sumber sinyal radio lain. Intermodulasi merupakan sumber gangguan yang muncul dari kombinasi dua atau lebih sinyal pada frekuensi yang berbeda dalam beberapa jenis sistem *non-linear*.

Pada penelitian ini dilakukan sistem simulasi jaringan komunikasi radio yang mengalami gangguan dengan menggunakan peralatan minimal 3 (tiga) unit *transceiver* yang dirangkai dengan kondisi kinerja atau karakteristik tertentu untuk membuktikan perubahan parameter frekuensi dan tingkat gangguan yang diakibatkannya.

Konfigurasi simulasi dapat dilihat pada Gambar 1, 2 dan 3, dimana konfigurasi di Gambar 1 menggunakan peralatan *Rig* dengan *power output Middle* (20 watt) dan jenis antena *vertical high gain* (V2R) dan konfigurasi di Gambar 2 menggunakan unit *Handy Talky* (HT) dengan antena *Whip* (*super stick*) atau *telescopic* yang ukuran panjangnya dapat diubah-ubah.

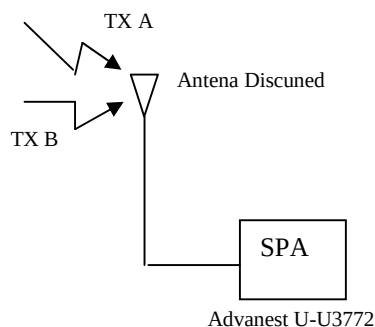


Gambar 1. Konfigurasi simulasi antena vertical high gain (V2R)



Gambar 2. Konfigurasi simulasi antenna Whip (super stick)

Konfigurasi setting simulasi rangkaian pada Gambar 3 untuk mengetahui parameter pancaran radio dari Tx A dan B berupa level puncak dari frekuensi karakteristik *main carrier*, intermodulasi dan harmonisanya. Rangkaian terdiri dari unit *Spectrum Analyzer* (SPA) dan antenna Whip (vertical).



Gambar 3. Konfigurasi simulasi Spectrum Analyzer (SPA) dan antenna Whip (vertical)

Untuk *setting* Tx. A (pemancar jenis *Rig*), pada frekuensi 142.5 MHz, dan *setting* Tx. A (pemancar HT Alinco DJ.96), pada frekuensi 143.07 MHz. Perhitungan produk intermodulasi dilakukan dengan mencari nilai orde kedua sampai ketujuh. dengan rumus dibawah ini.

Tabel 1. Rumus Produk Intermodulasi

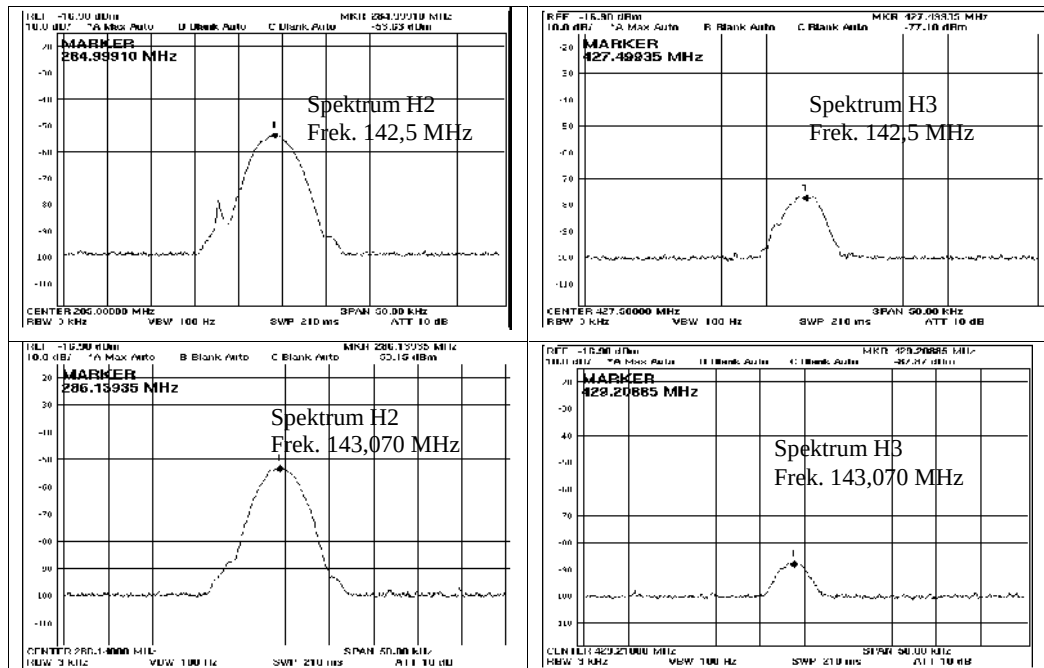
Orde	Rumus Intermodulasi
Kedua	$A \pm B$
Ketiga	$A \pm 2B, 2A \pm B$
Keempat	$A \pm 3B, 2A \pm 2B, 3A \pm B$
Kelima	$A \pm 4B, 2A \pm 3B, 3A \pm 2B, 4A \pm B$
Keenam	$A \pm 5B, 2A \pm 4B, 3A \pm 3B, 4A \pm 2B, 5A \pm B$
Ketujuh	$A \pm 6B, 2A \pm 5B, 3A \pm 4B, 4A \pm 3B, 5A \pm 2B, 6A \pm B$

3. HASIL DAN ANALISA

Dalam Penelitian pada simulasi diatur frekuensi kerja pemancar A (Tx.A) = 142,5 MHz, Frekuensi kerja pemancar B (Tx.B) = 143,07 MHz. Perangkat Alinco DJ.96 memiliki perbandingan VSWR 1:4 sehingga dapat dikatakan bahwa perangkat tersebut tidak *linear* karena level VSWR ideal adalah 1:1. Harmonisa pada tabel dibawah merupakan hasil kalipatan dari frekuensi fundamental yaitu kalipatan ke-2 dan kalipatan ke-3.

Tabel 2. Perhitungan Sampel dan Pengukuran Harmonisa ke-2 dan ke-3 Frekuensi Fundamental

No.	Frekuensi Fundamental (MHz)	Harmonisa ke -2		Level (dBm)	Keterangan
		Kalipatan	Terukur		
1.	142,500	285,000	284,9991	-53,63	Linear
2.	143,070	286,140	286,13935	-53,15	Non Linear
No.	Frekuensi Fundamental (MHz)	Harmonisa ke -3		Level (dBm)	Keterangan
		Kalipatan	Terukur		
1.	142,500	427,500	427,49935	-77,18	Linear
2.	143,070	429,210	429,20885	-87,87	Non Linear



Gambar 4. Hasil Simulasi Harmonisa Frekuensi Radio yang Terukur

Perhitungan frekuensi hasil intermodulasi orde ke-3 dan orde ke-5 dari Tx. A dan Tx. B pada Frekuensi A = 142,5 MHz

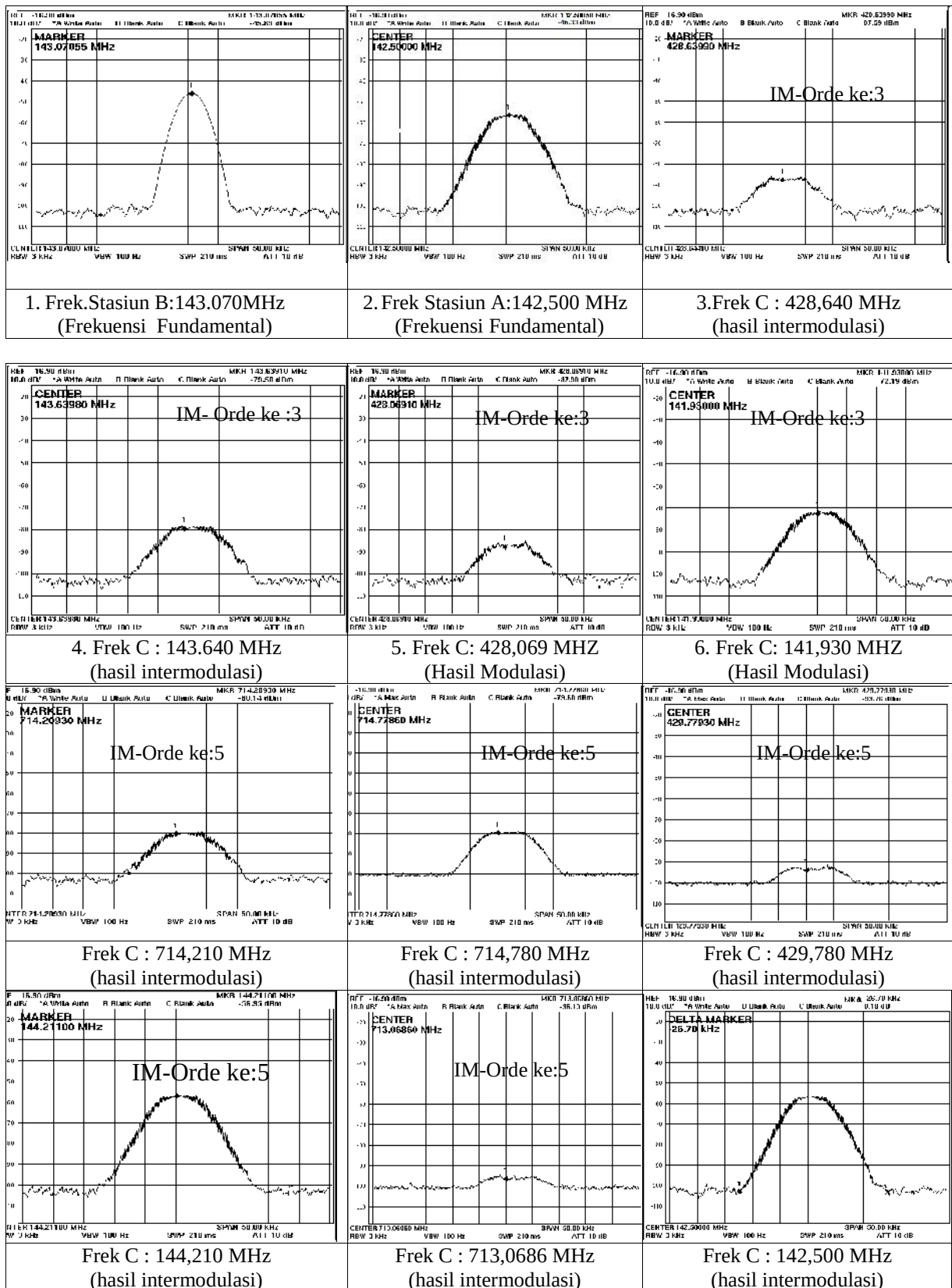
dan Frekuensi B = 143,07 MHz. Pada Tabel 3 dibawah C adalah hasil intermodulasi orde ke-3 dan orde ke-5

Tabel 3. Perhitungan Frekuensi Hasil Intermodulasi Orde ke-3 dan Orde ke-5

No	Orde ke-3 $A \pm 2B, 2A \pm B$	Orde ke-5 $A \pm 4B, 2A \pm 3B, 3A \pm 2B, 4A \pm B$
1	$C = A + 2B$ $= 142,5 \text{ MHz} + 2(143,07) \text{ MHz}$ $= (142,5 + 286,14) \text{ MHz}$ $C = 428,64 \text{ MHz}$	$C = A + 4B$ $= 142,5 \text{ MHz} + 4(143,07)$ $= (142,5 + 572,28) \text{ MHz}$ $C = 714,78 \text{ MHz}$
2	$C = A - 2B$ $= 142,5 \text{ MHz} - 2(143,07) \text{ MHz}$ $= (142,5) - (286,14) \text{ MHz}$ $C = (-) 143,64 \text{ MHz}$	$C = A - 4B$ $= 142,5 \text{ MHz} - 4(143,07)$ $= (142,5 - 572,28) \text{ MHz}$ $C = 429,78 \text{ MHz}$
3	$C = 2A + B$ $C = 428,07 \text{ MHz}$	$C = 2A + 3B$ $C = 714,21 \text{ MHz}$
4	$C = 2A - B$ $C = 141,93 \text{ MHz}$	$C = 2A - 3B$ $C = (-) 144,21 \text{ MHz}$
5		$C = 3A + 2B$ $C = 713,07 \text{ MHz}$
6		$C = 3A - 2B$ $C = 141,36 \text{ MHz}$
7		$C = 4A + B$ $C = 713,64 \text{ MHz}$
8		$C = 4A - B$ $C = 426,93 \text{ MHz}$

Dengan melakukan simulasi dengan mengatur jarak antara *transmitter* A dan B serta *Receiver* C untuk melihat pengaruhnya terhadap terjadinya intermodulasi dari pemancar A dan

B pada *site Co-Location*, *receiver* C dapat berupa radio penerima komunikasi atau *Spectrum Analyzer* (SPA) yang berfungsi sebagai penerima sinyal hasil intermodulasi

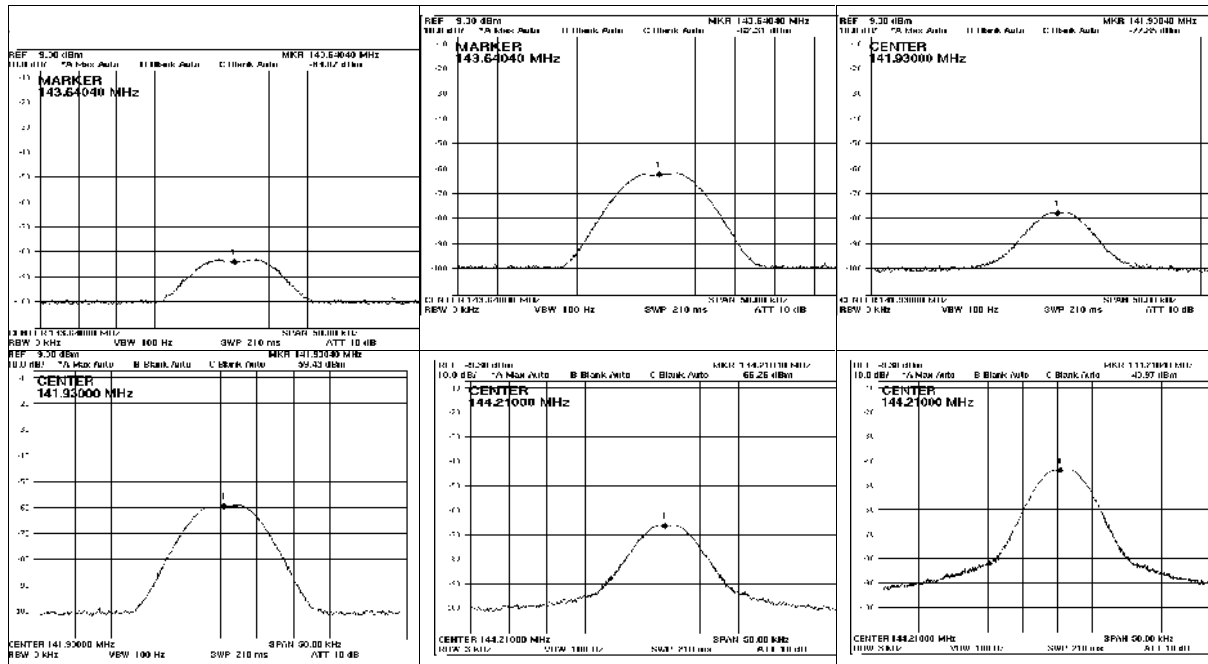


Gambar 5. Hasil Simulasi I : Parameter Frekuensi Radio Fundamental dan Hasil

Intermodulasi yang Terukur dengan Jarak antar Tx : 5 meter

Pada kasus gangguan radio, bila diketahui Frekuensi A = 142,5 MHz, B= 143,070 MHz maka gangguan yang bisa terjadi pada frekuensi stasiun radio eksisting 144,215 MHz, sesuai data pada tabel maka bisa dipastikan gangguan (*interference*) bisa

diakibatkan oleh frekuensi C, hasil intermodulasi orde ke-5 yaitu C= 144,211 MHz yang jatuh pada frekuensi *eksisting* meski tidak pas pada frekuensi kerjanya (*co-channel*). Sampel frekuensi *existing* dapat dilihat pada gambar 6 dibawah.



Gambar 6. Sampel Frekuensi Existing

Tabel 4. Selisih Level Frekuensi Existing dan Frekuensi Intermodulasi

Frekuensi (MHz)	Level frekuensi Existing (dBm)	Level frekuensi intermodulasi (dBm)	Selisih level (dBm)
143,64	-62,31	-79,50	17,19
141,93	-59,43	-72,19	12,76
144,21	-43,97	-56,95	12,98

Pada tabel diatas dapat dilihat selisih level antara frekuensi *existing* dan frekuensi intermodulasi pada frekuensi yang sama, sebagai contoh untuk frekuensi 143,64 MHz diukur pada posisi *existing* yang belum dicampurkan dengan frekuensi intermodulasi, memiliki level -62,31 dBm sedangkan pada frekuensi tersebut juga ketika diberikan sinyal intermodulasi maka level yang terukur adalah sebesar -79,50 dBm dan selisih antara kedua level tersebut adalah 17,19 dBm. Dengan kata

lain frekuensi *existing* dikategorikan terganggu karena selisih level antar frekuensi *existing* dan intermodulasinya masih di bawah 40 dBm, sedangkan untuk selisih level yang memenuhi kategori sesuai peraturan radio adalah minimal 40 dBm.

Deviasi intermodulasi dari kedua pemancar adalah : ± 5 KHz (berasal dari perhitungan deviasi teleponi FM band sempit). sehingga *swing* (ayunan) dari intermodulasi orde ketiga

adalah : $2A \pm B = (2 \times 5) + (5) = \pm 15$ KHz, dan untuk *swing* orde kelima adalah: $4A \pm B = (4 \times 5) + (5) = \pm 25$ KHz. Dengan kalkulasi Frekuensi C: 144,211 MHz dengan *swing* ± 25 KHz , maka rentang ayunan frekuensinya adalah dari frekuensi 144,186 s/d 144,236 MHz sedang frekuensi stasiun *exsisting* berada

diantara rentang ayunan frekuensi hasil intermodulasi yang menyebabkan gangguan interferensi pada frekuensi stasiun *exsisting*. Hasil perhitungan intermodulasi dan yang terukur dapat dilihat pada tabel 5 dan 6 dibawah ini.

Tabel 5. Perhitungan Hasil Intermodulasi

No.	Frekuensi B Terhitung (MHz)	Frekuensi Terukur (MHz)	Level (dBm)	BW (KHz)	Pengguna
1	<u>Orde ketiga:</u> 97,3	97,3408	-56,10	180	BCFM
2	<u>Orde kelima</u> 312,9	312,8972	-61,70	160	Konsesi
3	102,5	102,55	-67,73	240	BCFM

Tabel 6. Matrik Data Hasil Simulasi Dan Pengukuran Frekuensi Radio

No.	Frekuensi C Terhitung (MHz)	Frekuensi Terukur (MHz)	Selesih (KHz)	Jarak A dan B 5 meter		Jarak A dan B 10 meter		Pengguna
				Level (dBm)	BW (KHz)	Level (dBm)	BW (KHz)	
A	B	c	d	E	f	g	H	i
1.	<u>Orde ketiga:</u> 428,64	428,6399	0,1	-87,59	22,2	nihil	-	Konsesi
2.	143,64	143,6391	0,9	-79,50	20,1	-89,55	16,8	KRAP
3.	428,07	428,0691	0,9	-87,90	21,2	nihil	-	Konsesi
4.	141,93	141,9300	0,0	-72,19	24,2	-82,19	17,2	KRAP
5.	<u>Orde kelima</u> 714,78	714,7786	1,4	-79,60	20,3	-82,30	17,3	BCTV
6.	429,78	429,7793	0,7	-93,76	15,8	nihil	-	UHF
7.	714,21	714,2093	0,7	-80,14	20,3	-83,24	18,2	Konsesi
8.	144,21	144,21100	0,0	-56,95	27,0	-66,76	23,0	BCTV
9.	713,07	713,0686	1,4	-96,13	12,6	nihil	-	UHF
10.	141,36	nihil	-	nihil	-	nihil	-	Amatir
11.	713,64	nihil	-	nihil	-	nihil	-	Radio
12.	426,93	nihil	-	nihil	-	nihil	-	BCTV
								UHF
								KRAP
								BCTV
								UHF
								Konsesi

4. Kesimpulan

1. Untuk pencampuran frekuensi A 142,5 MHz dan B 143,07 MHz menghasilkan beberapa frekuensi hasil intermodulasi yaitu frekuensi 143,64 MHz, 141,93 MHz, 144,21 MHz dimana frekuensi-frekuensi tersebut dikatakan mengganggu karena memiliki selisih level dengan frekuensi existingnya dibawah 40 dB dimana selisih level daya yang diijinkan atau dikatakan aman dari gangguan adalah sebesar 40 dB sesuai dengan appendix 3 RR/2003.
2. Apabila level frekuensi eksisting melemah yakni berada dibawah level frekuensi intermodulasinya maka yang dominan muncul adalah informasi dari frekuensi hasil intermodulasi demikian sebaliknya.

Daftar Acuan

- [1] Alan,V. Oppenheim, 1997, *Sinyal & Sistem*, Penerbit Erlangga
- [2] Colen, John, 1995, *Electronic Communication*, Lakehead University, Ontario : fourth Edition.
- [3] Haindl, B., Sajatovic, M., Christoph Rihacek, C., Prinz, J., Frequentis & Michael Schnell, M., 2005, *B-VHF - a multi-carrier based broadband VHF communications concept for air traffic management*, Aerospace Conference, 2005 IEEE, page: 1894 – 1904
- [4] Kratchounova, D., 2003, *The impact of digital data radio communication induced interference on voice radio communication intelligibility*, Journal of Human Performance in Extreme Environment, Vol. 2, No.2, page: 49-56.
- [5] Setiawan, denny, 2010, *Alokasi frekuensi, Kebijakan dan Perencanaan Spektrum Indonesia*, Jakarta, Departemen Komunikasi dan informatika, Direktorat Jendral Pos dan Telekomunikasi.
- [6] Stine, J.A. & Schmitz, S.E., 2013, *Model-Based Spectrum Management*, MITRE Corporation, http://www.mitre.org/sites/default/files/publications/13-41-MBSM_Modeling_Manual_v2%200.pdf.