

Analisis Interferensi Frekuensi Radar Cuaca C-Band di Indonesia

Eko Wardoyo

Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika, Jakarta
ekowardoyo@yahoo.com

Abstrak

Pada World Radio Conference 2003 (WRC-03), The International Telecommunications Union (ITU) merekomendasikan alokasi baru untuk frekuensi bebas pada spectrum, 5470 – 5725 MHz. Sebagaimana diketahui beberapa system berjalan seperti Radar cuaca, Radar Satelite dan radar militer memiliki potensi untuk terinterferensi dengan alokasi baru ini. Sehingga untuk meminimalisir potensi gangguan pada radar sistem tersebut maka ditetapkan suatu algoritma yang disebut Dynamic Frequency Selection (DFS). Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) hingga akhir tahun 2012 mengoperasikan 27 Radar Cuaca C-Band dengan Frekuensi kisaran 5 GHz (5.6 – 5.65) Ghz. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui potensi Interferensi Frekuensi operasional Radar Cuaca C-Band di Indonesia dengan menerapkan metode Silent Mode pada radar cuaca untuk mendapatkan data sumber interferensi, pengukuran frekuensi di lingkungan operasional radar dan upaya proteksinya dengan melakukan analisis teknik terhadap spesifikasi operasional radar C-Band yang di Operasikan BMKG dengan parameter algoritma DFS sehingga dapat diketahui efektifitas kinerja DFS-ETSI dalam memproteksi Radar C-Band BMKG. Selain itu juga dilakukan diskusi dan analisis regulasi dan peraturan perundang-undangan dalam tataran internasional dan nasional khususnya terkait operasional Radar C-Band. Sehingga diketahui adanya kelemahan pada algoritma DFS yang ada dan disampaikan saran perubahan serta usulan proteksi radar C-Band kepada regulator telekomunikasi di Indonesia

Kata Kunci: Radar, Meteorologi, Interferensi, Frekuensi, Cuaca, C-Band, ITU, ETSI, DFS

Received January 2014

Accepted for Publication May 2014

1. PENDAHULUAN

World Radio Confrence 2003 (WRC03), The International Telecommunications Union (ITU) merekomendasikan alokasi baru untuk frekuensi bebas pada spectrum, 5470 – 5725 MHz. Sebagaimana diketahui beberapa system berjalan seperti Radar cuaca, Radar Satelite dan Radar Militer memiliki potensi untuk

terinterferensi dengan alokasi baru ini. Sehingga untuk meminimalisir potensi gangguan pada radar sistem tersebut maka ditetapkan suatu algoritma yang disebut *Dynamic Frequency Selection (DFS)*. Algoritma ITU DFS ini sama dengan standar algoritma yang telah ditetapkan dan digunakan di Eropa sebelumnya oleh *European Telecommunication Standards Institute (ETSI)*. Standar algoritma yang ditetapkan oleh ITU dan ETSI ternyata tidak mampu memberikan proteksi yang permanen bagi potensi interferensi pada operasional radar. Pemerintah Amerika menyatakan bahwa algoritma pada DFS-ETSI tidak mampu melindungi radar militer Amerika, sehingga pada Juli tahun 2006 *The Federal Communications Commisions (FCC)*, *The National Telecommunications And Information Administration (NTIA)* dan Industri **RLAN** bekerjasama untuk merevisi algoritma DFS dan menerapkannya khusus untuk wilayah Amerika dalam upaya melindungi operasional radar C-band khususnya radar militer.

Saat ini Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) telah mengoperasikan 27 Radar cuaca C-Band di seluruh Indonesia, yang diharapkan akan mampu menunjang operasional MEWS yang mengemban misi mengurangi resiko kerugian materi dan jiwa yang diakibatkan oleh kondisi cuaca ekstrim. Radar cuaca ini beroperasi pada Band 5600-5650 MHz, berdasarkan Dokumen IEEE 802.11a, frekuensi ini masuk pada alokasi frekuensi *free* yang dapat dipergunakan secara bersama. Pertumbuhan teknologi komunikasi berbasis nirkabel di Indonesia yang sangat pesat membuka peluang terjadinya potensi interferensi pada operasional radar cuaca yang dapat menimbulkan kerancuan pada hasil pengamatan radar cuaca sehingga mengakibatkan gangguan terhadap analisa prakiraan cuaca. Dalam mencari data dan fakta terkait isu interferensi pada radar cuaca BMKG, maka dilakukan wawancara dan pengamatan langsung melalui citra produk pengamatan radar yang dioperasikan BMKG. Dari 27 radar cuaca yang dioperasikan BMKG, baru 14 lokasi yang telah diintegrasikan sehingga pengamatan awal dilakukan dikantor pusat BMKG. Dari hasil pemantauan pada citra radar dari Web Site Integrasi Radar Cuaca BMKG di www.radar.bmkg.go.id/bmkg2 terdapat 8 (delapan) radar cuaca yang memiliki potensi dugaan interferensi, yaitu Aceh, Palembang, Medan, Jakarta, Surabaya, Denpasar, Manado dan yang terbaru adalah Radar Semarang.

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, dapat diidentifikasi permasalahan yang berkaitan dengan interferensi Frekuensi pada radar cuaca C-Band khususnya pada radar cuaca BMKG adalah sebagai berikut :

- a) Potensi interferensi pada operasional radar cuaca semakin meningkat seiring dengan pertumbuhan industri telekomunikasi di Indonesia
- b) Belum adanya regulasi dalam tataran nasional yang mengatur penggunaan frekuensi 5 GHz.
- c) BMKG sebagai operator Radar C-band belum memiliki regulasi internal tentang batasan system operasional radar cuaca C-Band yang berhubungan dengan parameter DFS standard ITU-ETSI.

Dari indentifikasi permasalahan diatas maka didapatkan permasalahan yaitu “Bagaimana memproteksi Radar Cuaca C-Band dari potensi interferensi pada penggunaan spektrum bersama di frekuensi 5 GHz?”. Dari permasalahan utama tersebut dijabarkan dalam sub permasalahan sebagai berikut :

1. Adakah regulasi yang mengatur tentang penggunaan spektrum frekuensi pada band radar cuaca khususnya C-BAND radar baik tataran internasional maupun nasional?
2. Faktor apa sajakah yang menyebabkan potensi interferensi pada radar cuaca BMKG ?
3. Adakah kelemahan pada metode DFS dalam proteksi interferensi pada radar C-Band ?
4. Bagaimana memperbaiki kelemahan yang ada pada DFS untuk melindungi radar C-Band dari interferensi?
5. Bagaimana Regulasi yang harus diterapkan di Indonesia tentang penggunaan spektrum 5 GHz?

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan data pasti tentang potensi interferensi pada frekuensi operasional radar C-Band di Indonesia, memberikan deskripsi tentang karakteristik echo interferensi radar pada output produk radar cuaca sehingga dapat menghindari kesalahan interpretasi citra radar.

Mengumpulkan data dan analisa tentang regulasi telekomunikasi yang ada dalam tataran Internasional maupun nasional terkait penggunaan sharing frekuensi di kanal 5 GHz, dan memberikan usulan dari aspek teknis dan regulasi terkait upaya perlindungan frekuensi operasional radar cuaca C-Band.

2. KAJIAN PUSTAKA

2.1 Radar

Radar kependekan dari *radio detection and ranging*. Radar merupakan sistem gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat map benda-benda seperti pesawat terbang, kendaraan bermotor dan informasi cuaca/hujan. Gelombang radio/sinyal yang dipancarkan dari suatu benda dapat ditangkap oleh radar kemudian dianalisa untuk mengetahui lokasi dan bahkan jenis benda tersebut. Walaupun sinyal yang diterima relatif lemah, namun radar dapat dengan mudah mendeteksi dan memperkuat sinyal tersebut.

Tahun 1865 seorang ahli fisika Inggris “James Clerk Maxwell” mengembangkan dasar-dasar teori tentang elektromagnetik. Dan satu tahun kemudian, “Heinrich Rudolf Hertz” seorang ahli fisika Jerman berhasil membuktikan teori Maxwell dengan menemukan gelombang elektro magnetik. Penggunaan gelombang elektromagnetik untuk mendeteksi keberadaan suatu benda, pertama diterapkan oleh Christian Hülsmeier pada tahun 1904 dengan memper tunjukkan kebolehan mendeteksi kehadiran dari suatu kapal pada cuaca berkabut tebal, tetapi belum sampai mengetahui jarak kapal tersebut.

Pada tahun 1921 “Albert Wallace Hull” menemukan *Magnetron* sebagai tabung pemancar sinyal/ transmitter efisien. Tahun 1922 “A. H. Taylor and L.C.Young” dan tahun 1930 L. A. Hyland dari Laboratorium Riset kelautan Amerika Serikat, berturut-turut berhasil menempatkan transmitter pada kapal kayu dan pesawat terbang untuk pertama kalinya.

Sebelum Perang Dunia II yakni antara tahun 1934 hingga 1936, ilmuwan dari Amerika, Jerman, Prancis dan Inggris mengembangkan sistem radar. Namun setelah Perang Dunia II sistem radar berkembang sangat pesat, baik tingkat resolusi

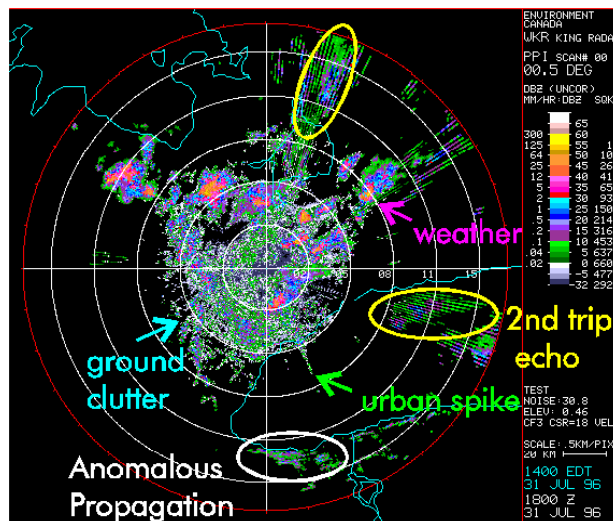
dan portabilitas yang lebih tinggi, maupun peningkatan kemampuan sistem radar sebagai pertahanan militer. Hingga saat ini sistem radar sudah lebih luas lagi penggunaannya yakni meliputi kendali lalu lintas udara (*Air Traffic Control*), pemantau cuaca dan jalan.

Radar pada umumnya beroperasi dengan menyebar tenaga elektromagnetik terbatas di dalam piringan antena yang bertujuan untuk menangkap sinyal dari benda yang melintas pada daerah tangkapan yang bersudut $20^{\circ} - 40^{\circ}$. Ketika suatu benda masuk dalam daerah tangkapan antena, maka sinyal yang ditangkap akan diteruskan ke pusat sistem radar dan akan diproses hingga benda tersebut nantinya akan tampak dalam layar monitor/display.

2.2 Radar Cuaca

Doppler Radar Cuaca (TDWR) sistem, diperkenalkan pada tahun 1993, menyediakan pengukuran kuantitatif dari *gust front*, *windshear*, *microbursts*, dan deteksi dini bahaya cuaca lainnya yang digunakan untuk meningkatkan keselamatan operasi di bandara. Radar meteorologi adalah salah satu kunci dari stasiun permukaan yang digunakan untuk pengamatan meteorologi dan monitoring lingkungan, dan memegang peranan yang sangat penting dalam menyiapkan peringatan dini terhadap kondisi ekstrem, seperti banjir, puting beliung dan badai yang dapat membahayakan populasi dan merusak infrastruktur dan perekonomian.

Pada prakteknya tidak semua echo yang ditangkap oleh radar cuaca merupakan echo fenomena meteorologi yang diharapkan, karena terdapat echo yang berasal dari objek non meteorologi atau yang umum di kenal sebagai *ground clutter*.



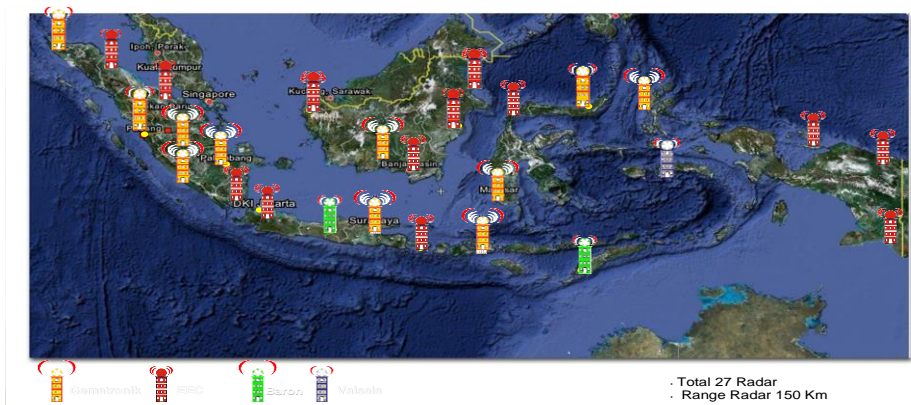
Gambar 1. Output Display hasil pengamatan radar cuaca.

Saat ini BMKG telah mengoperasikan 24 Radar cuaca C-Band di seluruh Indonesia, yang diharapkan akan mampu menunjang operasional MEWS yang mengemban misi mengurangi resiko kerugian materi dan jiwa yang diakibatkan oleh kondisi cuaca ekstrem. Radar cuaca ini beroperasi pada Band 5600-5650 MHz, dan berdasarkan Dokumen IEEE 802.11a, frekuensi ini masuk pada alokasi frekuensi *free* yang dapat dipergunakan secara bersama. Pertumbuhan teknologi

komunikasi berbasis nirkabel di Indonesia yang sangat pesat membuka peluang terjadinya potensi interferensi pada operasional radar cuaca yang dapat menimbulkan kerancuan pada hasil pengamatan radar cuaca sehingga mengakibatkan gangguan terhadap analisa prakiraan cuaca.

2.2.1 Spesifikasi Radar Cuaca BMKG

Saat ini Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) telah mengoperasikan 27 Radar cuaca C-Band di seluruh Indonesia, yang diharapkan akan mampu menunjang operasional MEWS yang mengemban misi mengurangi resiko kerugian materi dan jiwa yang diakibatkan oleh kondisi cuaca ekstrim.



Gambar 2 Jaringan pengamatan Radar cuaca C-band BMKG hingga tahun 2012

Meskipun terdiri dari merk radar yang berbeda, namun secara umum keseluruhan radar cuaca yang dioperasikan BMKG memiliki spesifikasi system dan Hardware yang sama yaitu :

Spesifikasi teknis unit Transmitter dan Receiver

TRANSMITTER	
Transmitter Type	Coaxial Magnetron
Modulator Type	Solid State
Operating Frequency	Tunable pada range min 5500 – 5700 MHz
Ground Clutter Suppression	35 Db minimum
Pulse repetition frequency PRF	Minimal 500 – 1200 Hz (Software controlled)
Pulse width / Pulse Duration	Selectable within a range min 0.5 – 2.0 us
Peak Power	350 KW minimum
RECEIVER	
Operating Frequency PRF	Min 5500 – 5700 MHz
Noise Figure	30 dB Maximum
Sensitivity (MDS)	-111 dBm atau kurang
Component and Technology	Reciever harus built in dengan menggunakan technology terbaru

Spesifikasi Teknis Radar Signal Processor

Processor Type	CPU Board 32 bit, 25 MHz
A/D conversion level	Minimal 14 bit Resolution
Signal Processing	Doppler system Signal processor harus berbasis digital procesors

Signal Processor Product	Pulse Pair Processing Time Domain Clutter filter Calculation of RAW Data Output Dual PRF Mode Intensity Thresholding SQI Thresholding CSR Thresholding Speckle Removal
--------------------------	--

Spesifikasi Unit Antena

REFLECTOR	
Reflector Type	Solid surface parabolic
Feedhorn Type	Rectangular / circular corrugated Horn
Beam width	1° max
Gain	44 dB min
Operating Frequency	5500 – 5700 MHz minimum
Polarization	Linear Horizontal
Side Lobes supression	27 dB minimum
PEDESTAL	
Azimuth Rotating Rate	0 – 5 RPM minimum
Azimuth Pointing Accuracy	± 0.1°
Azimuth Display Resolution	± 0.1°
Elevation Movement Range	
Manual Mode	- 1° to + 90°
Automatic Mode	0° to + 90°
Motor	Long Life
Safety Devices	Safe switch on pedestal and servo control panel Acces door interlock
SERVO AMPLIFIER	
Type	Solid-state two axis

2.3 Spektrum Frekuensi Radio

Spektrum frekuensi radio adalah sumber daya alam terbatas, dan ketersediaan *Spectrum* frekuensi akan memainkan peranan penting bagi keberhasilan suatu aplikasi. Untuk itu diperlukan suatu regulasi yang mengatur pemanfaatan spectrum frekuensi, di Indonesia terdapat beberapa regulasi yang mengatur tentang pemanfaatan spectrum frekuensi untuk aplikasi-aplikasi teknologi telekomunikasi. Beberapa di antaranya adalah sebagai berikut :

1. UU 36/1999 Tentang Telekomunikasi
2. PP 53/2000 Tentang Penggunaan Spectrum Frekuensi radio dan Orbit Satelit,
3. Keputusan Menteri Perhubungan No. 5 Tahun 2001 tentang Tabel Alokasi Frekuensi Indonesia. Diperbarui dengan Permen Kominfo No. 29/PER/M.KOMINFO/07/ 2009
4. Keputusan Dirjen Postel no: 155/2005 Tentang SOP Perijinan Frekuensi
5. UU No. 31/2009 Tentang Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika,

khususnya pasal 63,64, dan 96 terkait frekuensi Operasional MKG

Pada *World Radio Confrence 2003 (WRC03)*, The International Telecommunications Union (ITU) merekomendasikan alokasi baru untuk frekuensi bebas pada spectrum, 5470 – 5725 MHz. Sebagaimana diketahui beberapa system berjalan seperti Radar cuaca, Radar Satellite dan Radar Militer memiliki potensi untuk terinterferensi dengan alokasi baru ini. Sehingga untuk meminimalisir potensi gangguan pada radar sistem tersebut maka ditetapkan suatu algoritma yang disebut *Dynamic Frequency Selection (DFS)*. Algoritma ITU DFS ini sama dengan standar algoritma yang telah ditetapkan dan digunakan di Eropa sebelumnya oleh *European Telecommunication Standards Institute (ETSI)*.

Filter bertugas menyaring sinyal yang terletak pada wilayah spektrum yang berbeda-beda. Filter akan meloloskan sinyal yang memiliki frekuensi pada wilayah lolos dari filter ini (*pass band*) dan menahan atau menolak sinyal-sinyal yang berada di luar wilayah lolos (*stop band*).

DFS diterapkan untuk penggunaan dua spektrum non lisensi band frekuensi, yaitu band 5252-5350 MHz dan 5470 – 5725 MHz. 15 chanel alokasi diatur secara spesifik oleh IEEE, dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1 Chanel Alokasi 5 GHz IEEE dan Frekuensi dengan penerapan Fungsi DFS

5250 – 5350 MHz		5470 – 5725 MHz	
Chanel	Frek (MHz)	Chanel	Frek (MHz)
52	5250 - 5270	100	5490 – 5510
56	5270 - 5290	104	5510 – 5530
60	5290 - 5310	108	5530 – 5550
64	5310 - 5330	112	5550 – 5570
		116	5570 – 5590
		120	5590 – 5610
		124	5610 – 5630
		128	5630 – 5650
		132	5650 – 5670
		136	5670 – 5690
		140	5690 – 5710

Berdasarkan tabel alokasi chanel diatas maka dapat dilihat pada frekuensi operasional radar C Band yang dioperasikan BMKG antara 5600 – 5650 MHz tak kurang 4 *chanel* yang bersinggungan secara langsung yaitu *chanel* 120, 124, 128 dan *chanel* 132. Dengan kondisi regulasi yang ada khususnya pada frekuensi 5 GHz maka potensi interferensi frekuensi pada radar cuaca C-Band sangat besar, terlebih tidak di adopsinya persyaratan implementasi DFS pada perangkat 802.11a dan 802.11h di Indonesia.

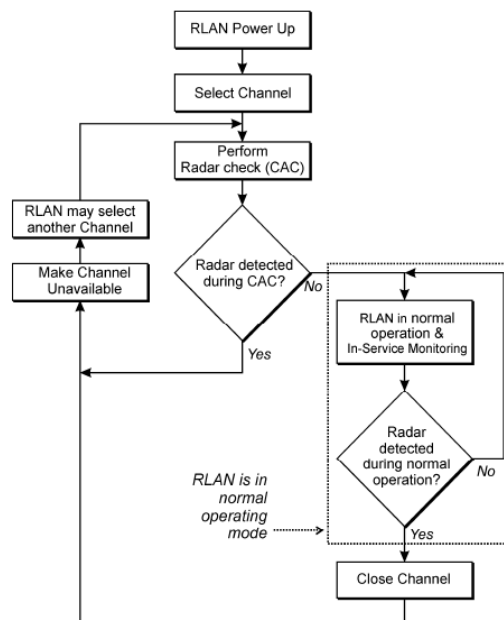
Standar algoritma yang ditetapkan oleh ITU dan ETSI ternyata tidak secara langsung mampu memberikan proteksi yang permanent bagi potensi interferensi pada operasional radar. Pemerintah Amerika menyatakan bahwa algoritma pada DFS-ETSI tidak mampu melindungi radar Militer Amerika, sehingga pada Juli tahun 2006 *The Federal Communications Commisions (FCC)*, *The National Telecommunications And Information Administration (NTIA)* dan Industri RLAN bekerjasama untuk merevisi algoritma DFS dan menerapkannya khusus untuk wilayah Amerika.

Berdasarkan data yang disampaikan oleh Phillipe Tristant (Frequency Manager of Meteo France) pada ITU/WMO seminar on Use of Radio Spectrum for Meteorology pada September 2009 terdapat 12 negara yang melaporkan kasus interferensi pada radar cuaca dengan standarisasi yang di terapkan oleh ITU/ETSI. Eumetnet (*Europe Meteorological Network*) yang beranggotakan 24 negara hingga saat ini terus menerima beberapa laporan terkait interferensi pada radar cuaca, sehingga secara berkelanjutan berusaha mencari solusi terbaik bagi operasional radar C-Band dan Industri telekomunikasi.

2.4 Dynamic Frequency Selection (DFS)

Sebagai *proliferasi* meningkat perangkat nirkabel, kebutuhan untuk berbagi spektrum radio dengan sistem radio lain menjadi perhatian penting. Badan pengawas Internasional telah mulai mengatur kebijakan pada *Wireless Wide Area Network* (WWAN) dalam meminimalkan gangguan pada sistem radio incumbent, terutama deteksi radio dan sistem radar, dimana mekanisme diperlukan untuk mendeteksi dan menghindari saluran frekuensi yang digunakan oleh sistem radar disebut *Dinamis. Frequency Selection*.

Munculnya pasar nirkabel 802.11a dan 802.11h serta dorongan untuk membuka penggunaan spektrum yang tidak berlisensi dengan menetapkan persyaratan *Frequency Selection Dinamis* (DFS) untuk semua device/perangkat, sebuah mekanisme untuk memungkinkan perangkat berlisensi untuk menggunakan pita frekuensi 5 GHz sudah dialokasikan untuk sistem radar tanpa menyebabkan gangguan kepada frekuensi operasional radar. Konsep DFS adalah perangkat memiliki kemampuan untuk mendeteksi keberadaan sistem radar pada saluran yang mereka gunakan dan, jika ditemukan frekuensi radar, maka device akan mengosongkan saluran tersebut dan memilih alternatif saluran pada chanel yang lainnya.



Gambar 3 Alur proses kerja DFS dalam memilih kanal frekuensi.

Persyaratan peraturan untuk DFS, bersama dengan persyaratan untuk *Power Transmit Control* (TPC) dan loading saluran seragam, telah diadopsi di Eropa, Amerika Serikat, dan banyak wilayah geografis lainnya.

Standarisasi Algoritma DFS yang ditetapkan oleh ITU-ETSI terus mengalami perkembangan dan perubahan seiring dengan laporan tetap terjadinya interferensi pada beberapa radar cuaca dan radar militer yang beroperasi di 5 GHz.

Tabel 2

	V1.3.1/ V1.4.1	V1.5.1	
Parameter	All Channels	5600-5650 MHz	Other channels
Date of Withdraw (DOW)	1 July 2010 (April 09 for 5600-5650 MHz band)	1 January 2013	
Minimum pulse width (see detailed test signals in table below)	1 μ s	0.8 μ s	
PRF (see detailed test signals in table below)	Fixed	Fixed, Staggered and Interleaved	
Channel Availability Check (CAC) time	1 minute	10 minutes	1 minute
Off-Channel CAC (Note 1)	No	Yes	
CAC and Off-Channel CAC detection probability (Note 2)	60%	99.99%	60%
In-service monitoring detection probability	60%	60%	
CAC for slave devices with power above 200 mW (after initial detection by In-service)	No	Yes	

Perubahan algoritma ini diharapkan akan mampu melindungi radar system dari potensi interferensi.

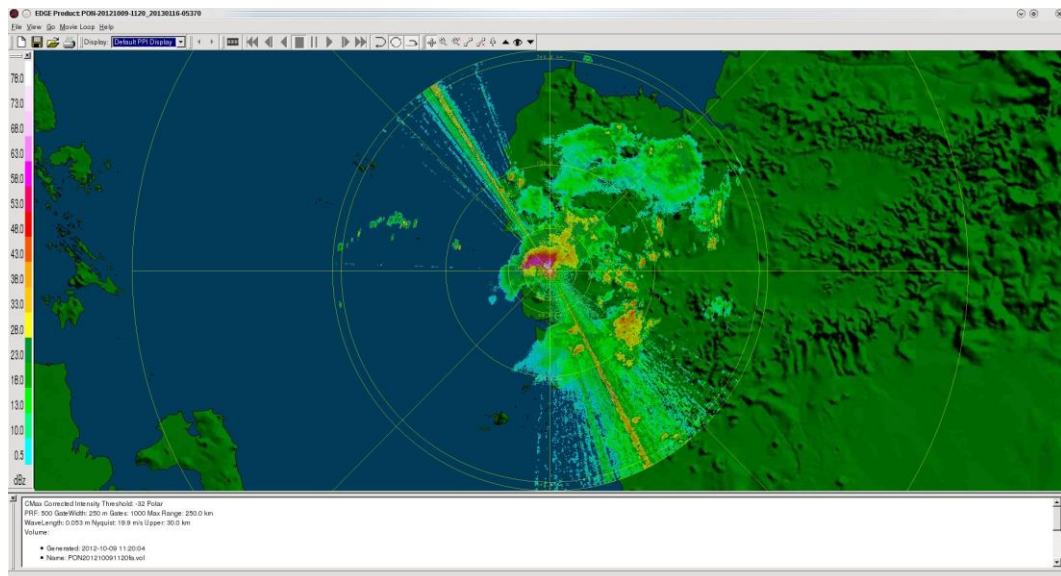
2.5 Teori Interferensi

Interferensi adalah penjumlahan superposisi dari dua gelombang cahaya atau lebih yang menimbulkan pola gelombang yang baru. Jika pada suatu tempat bertemu dua buah gelombang, maka resultan gelombang di tempat tersebut sama dengan jumlah dari kedua gelombang tersebut. Peristiwa ini di sebut sebagai *prinsip superposisi linear*. Gelombang-gelombang yang terpadu akan mempengaruhi medium. pengaruh yang ditimbulkan oleh gelombang-gelombang yang terpadu tersebut disebut *interferensi gelombang*.

Dengan menggunakan konsep fase, dapat kita katakan bahwa *interferensi konstruktif* (saling menguatkan) terjadi bila kedua gelombang yang berpadu memiliki fase yang sama. Amplitudo gelombang paduan sama dengan dua kali amplitudo tiap gelombang. *Interferensi destruktif* (saling meniadakan) terjadi bila kedua gelombang yang berpadu berlawanan fase. Amplitudo gelombang paduan sama dengan nol.

Interferensi pada radar cuaca, terjadi pada saat dua system yang memiliki frekuensi operasional yang sama (joe, 2005; Brandao et al, 2005). Radar mendapatkan jarak suatu objek dengan mengukur beda waktu antara transmit dan echo kembali, berdasarkan prinsip kerja ini maka radar akan menampilkan satu

berkas echo yang bersifat tetap dari hasil pantulan signal interferensi. Pada display radar akan tampak berkas tetap pada posisi yang sama secara terus menerus.



Gambar 4 Pola Interferensi pada output pengamatan radar Cuaca.

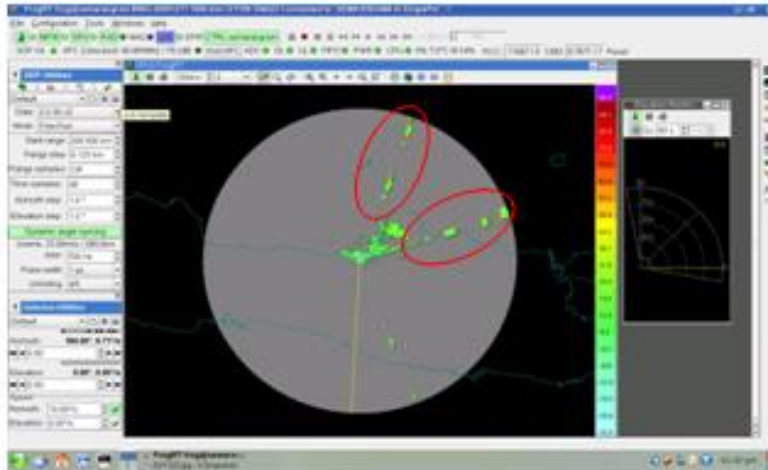
3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

3.1 Metoda Penelitian

Indikasi interferensi radar cuaca di Indonesia dan BMKG khususnya tidak terinventarisasi dengan baik mengingat isu interferensi pada radar cuaca dinilai memiliki nilai kebenaran yang nihil oleh sebagian orang, meskipun hal ini pernah diangkat dan dilaporkan oleh teknisi operator radar.

Dalam mencari data dan fakta terkait isu interferensi pada radar cuaca BMKG, maka dilakukan wawancara dan pengamatan langsung melalui citra produk pengamatan radar yang dioperasikan BMKG. Dari 24 radar cuaca yang dioperasikan BMKG, baru 14 lokasi yang telah diintegrasikan sehingga pengamatan awal dilakukan dikantor Pusat BMKG.. Dari hasil pemantauan pada citra radar dari Web Site Integrasi Radar Cuaca BMKG di www.radar.bmkg.go.id/bmkg2 terdapat 8 (delapan) radar cuaca yang memiliki potensi dugaan interferensi, yaitu Aceh, Palembang, Medan, Jakarta, Surabaya, Denpasar, Manado dan yang terbaru adalah Radar Semarang.

Berdasarkan temuan pada display radar cuaca Semarang, terhitung sejak tanggal 3 Agustus 2011 terdapat seberkas objek tetap pada sisi Utara Radar cuaca yang diyakini bukan merupakan echo dari objek yang diharapkan pada pengamatan radar cuaca.



Gambar 5 Display Radar Cuaca Semarang sejak tanggal 3 Agustus 2011.

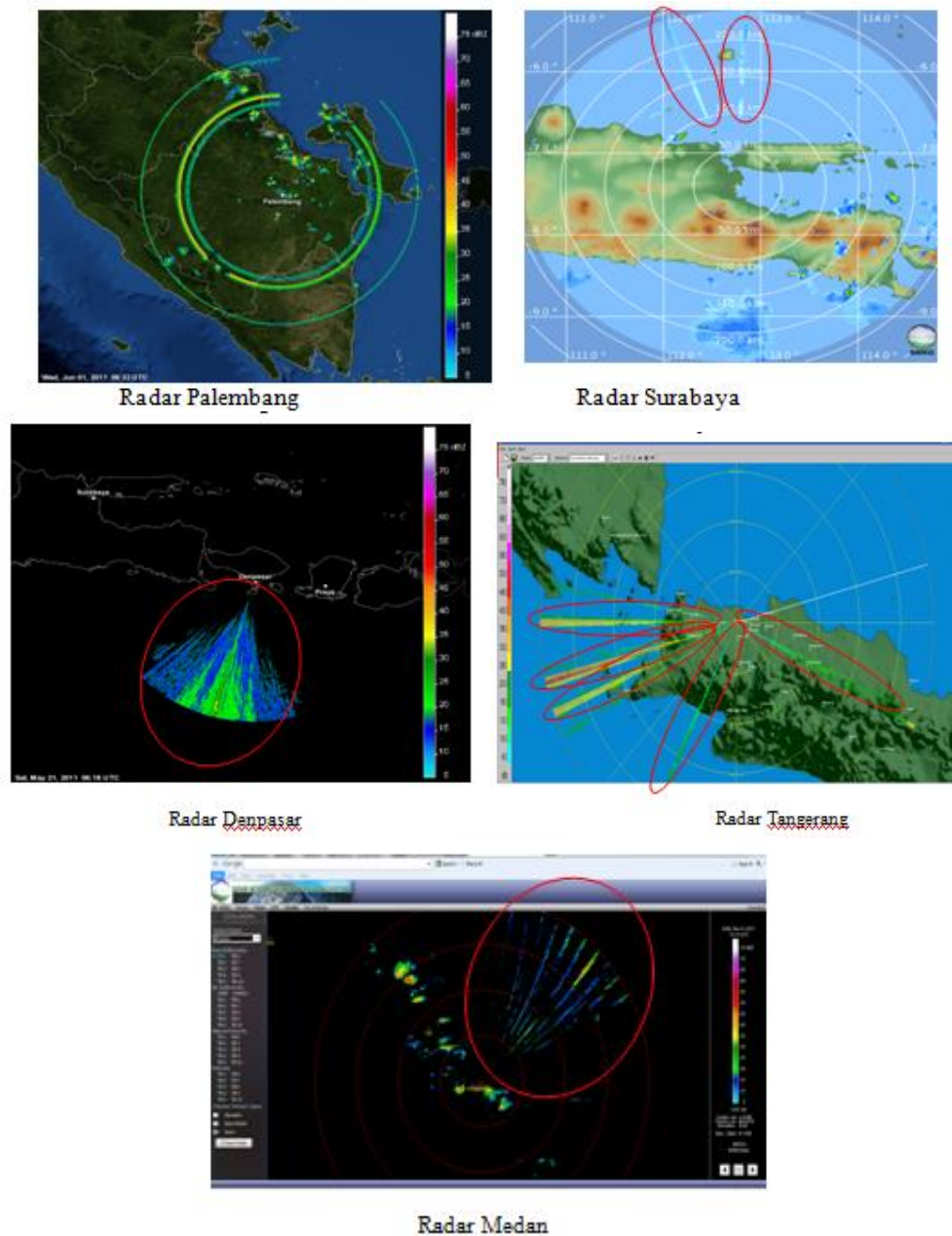
Echo tetap dalam tanda lingkaran berwarna merah seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas telah diamati secara terus menerus selama 1 (satu) bulan sejak pertama kali tampak pada radar cuaca Semarang, dan meski cuaca dalam area pengamatan radar cuaca Semarang dalam kondisi cerah, *echo* tersebut tetap tampak dengan jelas pada *output display* radar. Dengan fakta ini ditarik kesimpulan awal bahwa radar Baron Semarang telah mengalami interferensi, dikarenakan objek yang berada pada arah 20° bersifat tetap dan memiliki pola yang tidak seperti lazimnya *echo* yang tampil dari reflektivitas dari *echo* meteorologi yang berpola lebih dinamis.

Fenomena seperti ini juga tampak di beberapa radar yang ada di Indonesia tanpa mengenal merk radar, baik Radar EEC maupun Radar Gematronik. *Echo* tetap yang diduga merupakan interferensi frekuensi terbesar adalah pada radar Tangerang dan Medan dimana terdapat lebih dari lima objek tetap yang selalu tampil baik dalam kondisi clear maupun berawan. Hal ini juga terdapat pada Radar Surabaya, Denpasar, Manado dan Palembang, meskipun untuk Palembang terdapat dugaan ada perangkat keras yang tidak terinstall secara baik atau kurang presisi karena *echo* yang tampil tidak tetap dan inkonsisten.

Jika diperhatikan pada gambar 6, khususnya pada radar cuaca Tangerang dan Medan terdapat *echo* yang bersifat tetap dan konstan secara terus menerus tak kenal musim. Tampilan seperti ini sudah lama terjadi hingga sulit untuk ditentukan kapan awal gangguan dimulai.

Demikian pula halnya dengan *echo* yang ada di radar Surabaya. Pada kasus radar Denpasar *echo* yang didapatkan pada bulan Mei 2011 hanya bersifat temporer selama kurang lebih satu minggu, berdasarkan informasi yang didapatkan dari teknisi lokal yang berkoordinasi dengan pihak terkait bahwa pada lokasi tersebut pada 17 - 25 Mei 2011 terdapat kapal pesiar berbendera Australia yang sedang melakukan aktifitas wisata di perairan Bali.

Sedangkan untuk Radar Palembang *echo* yang unik timbul bersifat sesaat dan tidak tetap sehingga ada dugaan terdapat koneksi *hardware* yang kurang presisi ataupun kerusakan pada *part encoder* yang mengakibatkan pengolahan *echo* tidak dapat maksimal dan menimbulkan interpretasi yang salah pada *software* radar.



Gambar 6 Objek terduga interferensi dari beberapa radar cuaca.

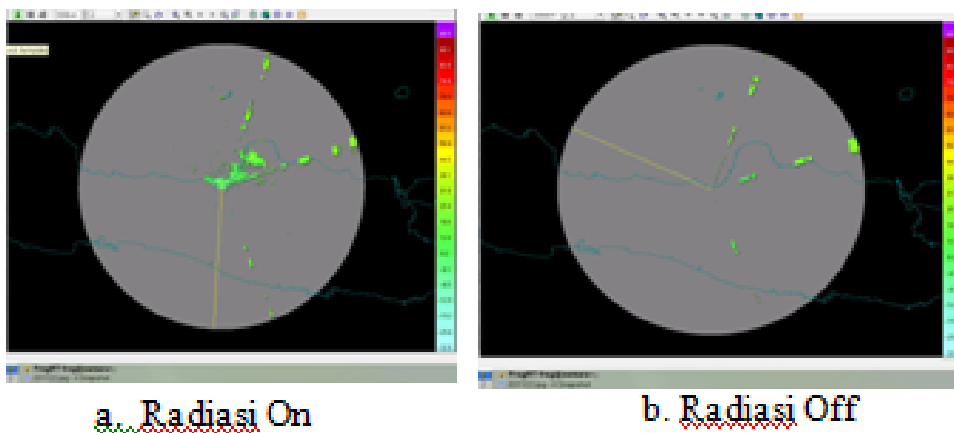
Berdasarkan data awal tersebut, maka ditentukan lokasi penelitian awal investigasi interferensi frekuensi radar adalah pada Radar Semarang mengingat awal timbulnya *echo* non meteorologi diketahui, sehingga untuk menghimpun informasi terkait interferensi dan penarikan kesimpulan awal lebih mudah.

Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan metode “*Listen-Only Test*”, dengan memposisikan transmitter radar dalam posisi *off* sedangkan *Receiver on*. Kemudian berdasarkan teknik uji coba, dan informasi dan kesimpulan yang didapat pada radar cuaca Semarang akan diuji pada radar Tangerang. Teknik *Listen-Only* dilakukan untuk mendapatkan Informasi awal posisi dan arah objek interference.

3.1.1 Radar Semarang

Dugaan awal echo non meteorologi pada radar Semarang berada di sisi Utara radar pada posisi awal di Laut, informasi awal yang berhasil didapatkan, bahwa pada lokasi tersebut terdapat terminal apung pengisian Bahan Bakar Gas (BBG) Pertamina.

Metoda “*Listen-Only Test*” yang dilakukan untuk memastikan echo yang tampil pada Radar Semarang yaitu dengan me-*non* aktifkan radiasi (*transmitter*) radar sedangkan kondisi *receiver* tetap dalam posisi *On*. Dalam kondisi normal seharusnya display pada radar tidak menampilkan *echo* apapun mengingat tidak ada radiasi yang dipancarkan radar, namun faktanya *echo* terduga interferensi tersebut tetap terlihat. Hal ini menguatkan keyakinan bahwa potensi interferensi frekuensi pada Radar Semarang adalah Fakta yang terbukti.

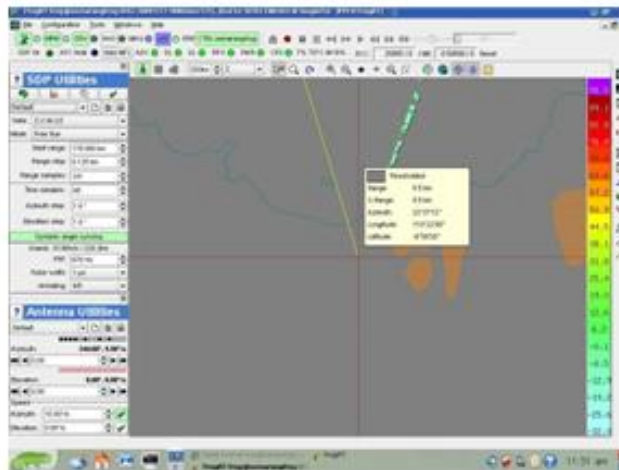


Gambar 7 Perbandingan Output pada display radar saat dilakukan “*Listen-Only Test*”.

Berdasarkan hasil analisa pada kedua gambar diatas, maka didapatkan data awal sumber interferensi berada di sekitar laut Jawa pada posisi 20° . Dengan data ini dilakukan pengumpulan informasi tentang kegiatan yang ada di lepas pantai utara Jawa tersebut, dimana terdapat stasiun terapung pengisian bahan bakar gas. Setelah dilakukan observasi dilokasi tersebut tidak terdapat peralatan yang terindikasi mampu menimbulkan interferensi pada radar. Hal ini cukup membingungkan mengingat sumber potensi interferensi yang didapatkan dari awal reflektifitas terdapat di tengah laut.

Dalam perjalanan menuju ke *tower* radar cuaca Semarang penulis melalui satu menara telekomunikasi yang cukup besar dan searah dengan sumber interferensi pada jarak yang cukup dekat dengan menara radar Semarang. Sehingga timbulkan dugaan mungkin sumber interferensi sebenarnya berasal dari titik ini. Untuk membuktikan kecurigaan ini maka dilakukan sedikit modifikasi pada parameter pengamatan radar cuaca Semarang khususnya pada elevasi operasional radar. Jika pada gambar a. diatas *echo* yang didapat adalah pada elevasi operasi normal radar cuaca yaitu pada elevasi $0,5^{\circ}$, maka parameter elevasi ini akan diubah pada elevasi 0° .

Dengan melakukan perubahan pada parameter ini ternyata hasil yang ditemukan pada tampilan *echo* radar pada saat dilakukan pembesaran area maka didapatkan informasi baru tentang titik awal objek tetap tersebut berada di daratan dengan jarak < 500 m.



Gambar 8 Koordinat titik awal kemunculan echo interferensi Radar Semarang.

Dengan informasi baru ini maka dilakukan pengukuran lokasi pada Menara BTS yang diduga menjadi sumber echo interferensi pada radar. Dari hasil pengukuran pada menara milik Telkom terduga sumber Interferensi dengan menggunakan *Global Positioning System* (GPS) didapatkan koordinat yang sama dengan koordinat sumber *echo* interferensi dari radar Semarang.

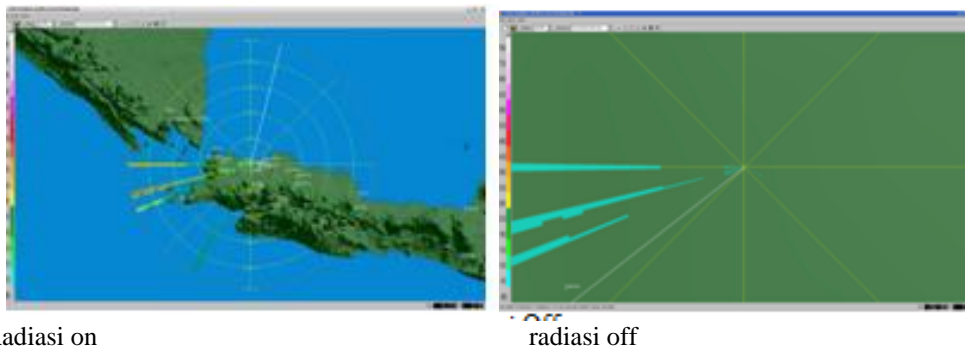


Gambar 9 Pengukuran koordinat Menara Telekomunikasi terduga Sumber Interferensi

Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada menara Telekomunikasi terduga sumber interferensi didapatkan koordinat yang sesuai dengan koordinat titik awal sumber interferensi sebagai mana ditunjukkan radar. Hasil pengukuran ini memberikan setitik harapan dalam mencari sumber interferensi pada radar cuaca BMKG, karena dengan data ini diharapkan akan mampu menjadi dasar dan bukti yang cukup kuat bahwa interferensi pada frekuensi operasional radar cuaca BMKG adalah benar terjadi dan memerlukan pemikiran yang cepat dan akurat untuk menentukan tindakan apa yang akan ditempuh dalam melindungi operasional radar cuaca dalam menunjang operasional MEWS (*Meteorological Early Warning System*).

3.1.2 Radar Tangerang

Dengan metode yang didapatkan dari hasil investigasi awal pada radar Semarang, maka dilakukan pengukuran yang sama untuk memastikan bahwa metode yang sama dapat dipergunakan dan di implementasikan pada Radar EEC Tangerang.



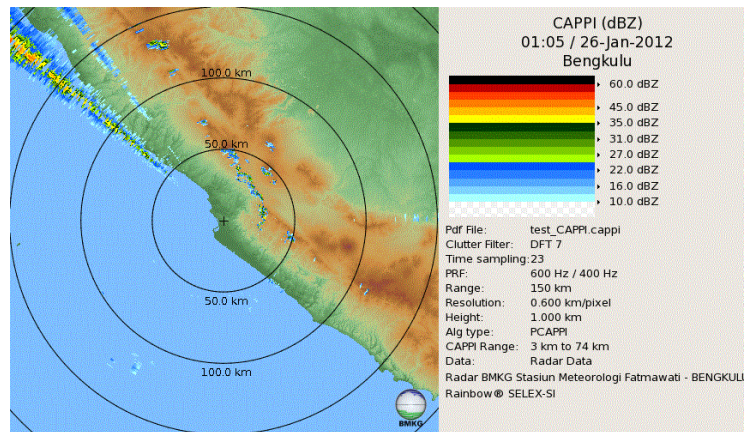
Gambar 10 Perbandingan output display radar kasus Tangerang

Dari hasil test yang dilakukan dipastikan bahwa metode dapat berjalan dan didapatkan data awal sumber lebih dari satu sumber interferensi yang terdapat pada radar tangerang. Dengan melakukan proses zooming pada display radar diketahui sumber interferensi berada sangat dekat dengan menara radar cuaca, dimana sebagian besar sumber interferensi dimulai pada kisaran 300 – 500 meter.

Berdasarkan pengamatan visual pada lingkungan menara Radar Cuaca Tangerang pada sisi Barat Menara banyak terdapat Menara BTS besar dalam jarak yang sangat dekat. Keberadaan Menara BTS yang sangat dekat dengan Menara Radar cuaca BMKG ini tidak hanya menimbulkan potensi Interferensi pada frekuensi operasional Radar cuaca, tetapi menyebabkan Obstacle pada radar. Hal ini dapat dilihat pada output produk radar cuaca BMKG, dimana terdapat blank area di titik lokasi Menara BTS. Kondisi tower Radar yang sangat dekat dengan menara telekomunikasi adalah sangat merugikan dari sisi operasional radar cuaca, karena tidak saja berpotensi terjadinya interferensi tetapi menara telekomunikasi ini mengakibatkan terhalangnya /obstacel pada operasional radar hal ini dapat dilihat dari adanya objek output pada display radar yang terpotong, hal ini dapat dilihat dengan nyata pada saat kondisi cuaca berawan atau saat hujan.

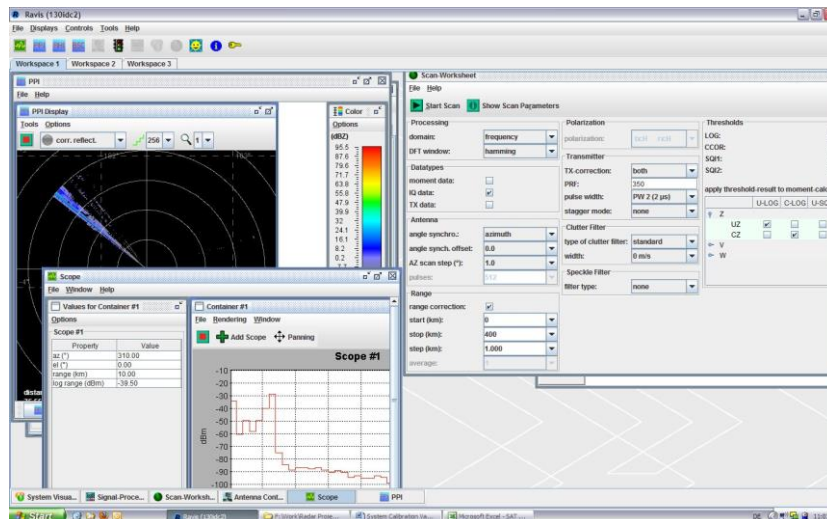
3.1.3 Radar Bengkulu

Pola interferensi yang ditemukan pada radar cuaca Bengkulu saat instalasi radar yang memiliki power sangat besar yang berasal sector 340⁰, echo tetap ini awalnya diduga interferensi berasal dari radar cuaca Padang yang berjarak kurang dari 250 kilometer, karena posisinya tetap searah dengan posisi radar cuaca Padang. Sehingga dilakukan kordinasi dengan teknisi radar Padang untuk menon-aktifkan trasmitter radar guna memastikan sumber interferensi tersebut. Setelah transmitter radar cuaca Padang dimatikan ternyata echo interferensi masih tetap terlihat sehingga dipastikan terjadi interferensi dari perangkat lain.



Gambar 11

Dalam menentukan sumber interferensi digunakan metode yang sama dengan menambahkan metode direct finding antenna. Yaitu dengan mengarahkan antenna radar pada posisi sumber interferensi dan menghidupkan transmitter sehingga didapatkan arah dan kekuatan beserta posisi interferensi.



Gambar 12 Pengukuran Echo Interferensi melalui aplikasi Ravis

3.1.4 Radar Pontianak

Radar ini memiliki type dan merk yang sama dengan radar Tangerang, sehingga pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengukuran frekuensi yang berada di lingkungan operasional radar Pontianak. Pengukuran dilakukan bersama dengan

petugas Balai Monitoring Kota Pontianak, yang saat pengukuran dilakukan sedang melakukan pengawasan terhadap proses pemindahan frekuensi operasional BWA di Kalimantan Barat dari 2,3 GHz yang akan digunakan untuk operasional WIMAX ke frekuensi 5,8 GHz.

MAC Address	SSID	Device Name	Encryption	Signal / Noise, dBm	Frequency, GHz	Channel
00:27:22:26:7F:43	KKR-VSEK	Diskominfo-19	NONE	-88 / -96	5.06	12
00:15:6D:D6:9F:6D	PTP-DESA KAPUR 3	PTP-DESA KAPUR	NONE	-87 / -90	5.3	60
00:27:22:4C:A0:90	Dishubkominfo Kalbar	UBNT	NONE	-79 / -88	5.765	153
00:27:22:D2:3D:09	CJJ	GP To CJJ	NONE	-81 / -88	5.83	166
00:15:6D:30:3B:76	EQUA-CJJ	UBNT	NONE	-91 / -92	5.18	36
00:0C:42:D9:08:7D		000C42D9087D	NONE	-90 / -94	5.13	26
00:15:6D:7C:59:C0	PTK-NET	AP TENGGARA	NONE	-90 / -90	5.355	71
00:27:22:9A:69:FB	GP-EQ-R	GP-EQ-R	WPA2	-89 / -90	5.985	197
00:27:22:06:62:8A	multi_paritbaru	UBNT	WPA	-89 / -90	5.22	44
00:27:22:92:9F:54	host30	UBNT	WPA2	-85 / -89	5.785	157
00:27:22:12:DF:FE	tr_al	UBNT	WPA	-89 / -96	5.6	120

Gambar 13 Pengukuran Frekuensi di wilayah operasional Radar Pontianak

Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan bahwa sumber interferensi pada radar cuaca Pontianak disebabkan oleh salah satu penyelenggara BWA dengan nama SSID tr_al dan device yang dipergunakan adalah UBNT yang juga banyak dipakai oleh penyelenggara lainnya. Berdasarkan informasi dari Tim Balai Monitoring pengelola SSID tr_al ini adalah penyelenggara BWA yang berijin resmi yang frekuensi operasional resminya di kanal 5,8 GHz.

Tim Monitoring sempat melakukan kordinasi hingga ke Dirjen Postel Pusat untuk mengambil langkah terkait interferensi di wilayah ini, dan mendapatkan informasi bahwa tindakan hanya dapat dilakukan jika pelapor dalam hal ini BMKG telah melaporkan dan memiliki ijin penggunaan Frekuensi 5.6 GHz terlebih lagi penyelenggara BWA tersebut memiliki ijin meskipun beroperasi di frekuensi yang tidak seharusnya.

3.2 Benchmark

Proteksi frekuensi operasional radar cuaca, merupakan isu internasional yang hingga saat ini masih menjadi perdebatan yang belum berakhir. Berdasarkan Keputusan bersama pada WRC – 03 tentang proteksi Radar Cuaca dengan kewajiban menerapkan algoritma DFS, yang pada kenyataannya tidak mampu secara optimal melindungi frekuensi radar C-Band. Sehingga beberapa usulan disampaikan dengan melakukan modifikasi pada algoritma DFS, Penambahan beberapa perangkat filtering pada receiver Radar, hingga perubahan pada frekuensi operasional radar cuaca.

Dalam perjalanannya ternyata algoritma DFS yang ditetapkan belum mampu melindungi radar cuaca dari interferensi, sehingga di beberapa negara seperti Amerika, Canada dan Australia membuat regulasi tersendiri guna memproteksi Radar cuaca. Kepedulian yang tinggi atas kelangsungan operasional Radar cuaca di beberapa negara dikarenakan kesadaran akan pentingnya radar dalam menunjang nowcasting dan deteksi dini potensi cuaca ekstrim yang merugikan masyarakat banyak.

3.2.1 Canada

Dalam upaya melindungi operasional radar cuaca, canada membentuk satu tim khusus untuk melakukan riset terkait interferensi pada radar cuaca di Canada,

kesedaran akan pentingnya pengamatan radar cuaca dinegara ini memberikan kemudahan dalam mewujudkan proteksi tersebut.

Proteksi Frekuensi radar cuaca dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu dengan melakukan proteksi pada kanal spektrum 5470 – 5725 MHZ dan menseleksi secara ketat terhadap semua device yang beroperasi pada kisaran 5 GHz dengan memastikan dilengkapi fungsi DFS yang telah disesuaikan dengan operasional pada radar Canada.

3.2.2 *Australia*

Sejak tahun 2004 setelah WRC-03 BOM Australia melakukan pengkajian secara detail dalam mencari solusi guna melindungi operasional radar cuaca C Band yang mereka operasikan terkait regulasi sharing frekuensi pada 5 Ghz. Bekerjasama dengan otoritas telekomunikasi Australia, BOM (Bureau of Meteorology) berhasil melakukan proteksi terhadap 6 chanel spektrum pada alokasi chanel yang ada pada 5 Ghz. Hal ini dilakukan untuk melindungi frekuensi operasional radar cuaca di Australia.

Meski secara resmi telah diberikan proteksi tidak serta merta mampu melindungi oprasional radar dari interferensi frekuensi lainnya, berdasarkan laporan yang ada ditemukan beberapa kasus interferensi pada radar cuaca.

3.2.3 *Amerika*

Amerika adalah negara pertama yang melakukan konfirmasi tentang kelemahan algoritma DFS standar ETSI yang dinyatakan tidak mampu melidnungi radar mereka dari interferensi dari pengguna lainnya.

Selama kurang lebih 2 tahun lamanya, kementerian perdagangan dan pertahanan Amerika Serikat melakukan riset khusus terkait interferensi radar cuaca C-Band. Hal ini dilakukan karena dengan menerapkan standarisasi DFS berdasarkan algoritma ETSI tidak mampu secara optimal melindungi operasional radar cuaca dan radar militer Amerika.

Riset pengembangan Algoritma DFS yang diterapkan dan menjadi standar di negara ini dikembangkan oleh beberapa institusi seperti NTIA (National Telecommunications and Information Administration) dan FCC (Federal Communications Commision) sehingga menghasilkan satu standar DFS yang memiliki karakteristik yang berbeda dengan Standar ETSI.

Tak hanya menerapkan standar DFS yang disesuaikan dengan karakteristik operasional radar C-band, FCC juga melakukan pengawasan dan penindakan secara ketat terhadap penggunaan frekuensi ini.

3.3 **Diskusi**

3.3.1 *Diskusi Internal BMKG*

Diskusi dilakukan dengan mengangkat tentang potensi interferensi radar C-Band yang dioperasikan BMKG khususnya dan inventarisasi frekuensi operasional sebagai upaya untuk mengajukan perlindungan frekuensi operasional MKG kepada regulator.

Dalam diskusi diketahui adanya potensi interferensi operasional lain yang dipergunakan oleh BMKG antara lain Frekuensi Statelit Receiver, Radio Sonde dan

Frekuensi Komunikasi Pemantau Gempa Bumi.

Hasil dari diskusi ini disepakati untuk melakukan inventarisasi Frekuensi yang dipergunakan untuk Operasioanal dan diseminasi oleh BMKG dan melakukan kordinasi dengan KemKOMINFO melalui SDPPI untuk mengajukan dan mendapatkan perlindungan Frekuensi operasional BMKG sesuai dengan amanat UU dan Peraturan yang berlaku.

3.3.2 Diskusi dengan SDPPI

Berdasarkan diskusi internal BMKG maka dilakukan inventarisasi dan pengajuan perlindungan frekuensi operasional MKG khususnya membahas tentang interferensi pada radar C-Band melalui Dirjen SDPPI. Dalam prosesnya dilakukan diskusi internal membahas interferensi yang terjadi pada frekuensi radar dan satelit cuaca, dan disimpulkan bahwa upaya perlindungan harus diawali dengan pendaftaran ijin operasional frekuensi radar cuaca. Namun mengingat frekuensi 5 GHz adalah frekuensi free dan unlicensed maka pihak SDPPI menyatakan kesulitan yang dihadapi dalam mengatasi permasalahan ini sehingga disarankan agar BMKG mengganti Band radar yang digunakan untuk mempermudah upaya perlindungan mengingat di kanal X- Band dan S Band pengguna yang ada di Indonesia semua sudah terdaftar dalam database frekuensi KEMKOMINFO.

3.4 Analisa dan Pembahasan

3.4.1 Analisis Kelemahan DSF

Persyaratan peraturan untuk DFS, bersama dengan persyaratan untuk *Power Transmit Control* (TPC) dan loading saluran seragam, telah diadopsi di Eropa, Amerika Serikat, dan banyak wilayah geografis lainnya. Keberhasilan DFS dalam mengenali frekuensi operasional disuatu daerah berhubungan langsung dengan beberapa parameter operasional radar yang dipergunakan, parameter tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Pulse Width*
2. *Pulse Repetition Frequency*
3. *Burst length*
4. *Scan strategy*

Berdasarkan standar ETSI, DFS menggunakan konsep mode *Chanel Availability Check* (CAC) dimana *master devices* akan melakukan pengecekan sinyal radar pada lingkungan operasional sebelum menggunakan suatu chanel. Secara *default* CAC dilakukan saat awal pertama kali devices master dipergunakan, dengan durasi selama 60 detik.

Permasalahan utama dari tidak efektifnya implementasi persyaratan DFS EN 301 893 (V1.2.3) yang diluncurkan pada Agustus 2003 dalam upaya melindungi frekuensi operasional Radar C-Band adalah secara default konfigurasi fungsi DFS ini pada perangkat Wifi adalah Off (tidak aktif), sehingga diperlukan aktivasi oleh administrator jaringan saat mengkonfigurasi perangkat tersebut sedangkan isu dan kewajiban mengaktifkan DFS tidak pernah diajarkan pada training perangkat tersebut.

3.4.2 Analisis Regulasi penggunaan spektrum 5 GHz di Indonesia

Sharing frekuensi pada spektrum 5 GHz dilakukan atas desakan Wi-fi Alliance

sejak tahun 1999 karena desakan kebutuhan akan alokasi spektrum frekuensi yang memiliki bandwidth yang lebar. Dengan mempertimbangkan resiko interferensi terhadap beberapa system yang sudah berjalan di frekuensi ini maka diperlukan penelitian dan pertimbangan bertahun-tahun hingga pada WRC-03 diputuskan untuk melakukan sharing frekuensi di Spektrum 5 GHz.

Dalam Upaya melindungi beberapa system yang telah berjalan dan sebagai pengguna utama, maka ditetapkan persyaratan yang harus dipenuhi pada semua perangkat 802.11^o yang akan dikembangkan ataupun dipasarkan yaitu DFS (Dynamic Frequency Selections) dan TPC (Transmit Power Control).

Radar Cuaca C-Band merupakan salah satu pengguna utama di band frekuensi 5 GHz sebagaimana dimaksudkan dalam ITU-R Recommendation M-1650.

INDONESIAN TABLE OF FREQUENCY ALLOCATION
(MHz)

REGION 3 ALLOCATION	INDONESIAN ALLOCATION	BAND USAGE & PLAN
5 470 – 5 670 MARITIME RADIONAVIGATION MOBILE except aeronautical mobile ADD 5.BD02 ADD 5.BD03 EARTH EXPLORATION- SATELLITE (active) SPACE RESEARCH (active) RADIOLOCATION ADD 5.BD06 5.460 5.461 5.462 5.448B	5 470 – 5 670 MARITIME RADIONAVIGATION MOBILE except aeronautical mobile EARTH EXPLORATION- SATELLITE (active) SPACE RESEARCH (active) RADIOLOCATION	5 470 - 5 670 1. Maritime Radionavigation 2. Mobile (R-LAN) Limited power, indoor
5 670 – 5 650 MARITIME RADIONAVIGATION MOBILE except aeronautical mobile ADD 5.BD02 ADD 5.BD03 RADIOLOCATION ADD 5.BD06 5.460 5.461 5.462	5 670 – 5 650 MARITIME RADIONAVIGATION MOBILE except aeronautical mobile RADIOLOCATION	5 670 - 5 650 1. Maritime Radionavigation 2. Mobile (R-LAN) Limited power, indoor
5 650 – 5 725 RADIOLOCATION MOBILE except aeronautical mobile ADD 5.BD02 ADD 5.BD03 Amateur Space Research (deep space) 5.292 5.461 5.453 5.464 5.465	5 650 – 5 725 FIXED MOBILE Amateur	5 650 – 5 725 1. Fixed Broadband Wireless Access 2. Mobile (R-LAN) Limited power, indoor 3. Amateur (secondary)
5 725 – 5 830 RADIOLOCATION FIXED MOBILE Amateur 5.150 5.453 5.465	5 725 – 5 830 FIXED Amateur	5 725 – 5 830 1. Fixed Microwave Link 2. Broadband Wireless Access 3. Amateur (secondary) 4. ISM-band
5 830 – 5 850 RADIOLOCATION FIXED MOBILE Amateur Amateur-Satellite (space-to-Earth) 5.150 5.453 5.465	5 830 – 5 850 FIXED Amateur	5 830 – 5 850 1. Fixed Microwave Link 2. Amateur (secondary)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Interferensi pada radar cuaca yang terjadi pada Radar C-Band adalah fakta nyata yang benar terjadi.
2. Interferensi disebabkan oleh device/perangkat wifi yang beroperasi pada frekuensi 5 Ghz, dimana fungsi DFS sebagaimana disyaratkan oleh ITU-ETSI tidak diaktifkan.
3. Frekuensi Operasional Radar Cuaca BMKG Belum pernah didaftarkan sehingga proteksi terhadap Frekuensi Operasional Radar cuaca sebagaimana dimaksud dalam UU 31/2009 belum dapat dilakukan.
4. Belum ada regulasi dalam tatanan nasional yang mengadopsi aturan WRC-03 yang mengatur tentang sharing frekuensi 5 Ghz, yang spesifik mengatur kewajiban mengaktifkan DFS pada proses sertifikasi perangkat yang beroperasi pada frekuensi ini.

4.2 Saran

1. Untuk melindungi kinerja dan hasil pengamatan Radar cuaca yang sangat penting maka diperlukan penelitian lebih lanjut pada setiap radar site yang

terindikasi mengalami interferensi, khususnya untuk memastikan letak sumber interferensi, jumlah, serta jenis dan spesifikasi device Wifi yang dipergunakan yang mengakibatkan interferensi.

2. Perlu pengkajian lebih lanjut terhadap lokasi Tower Radar Cuaca Tangerang dan Medan, mengingat pada dua lokasi tersebut terdapat interferensi yang sangat besar.
3. Diperlukan pengajuan draft perlindungan terhadap penggunaan Frekuensi 5.6 – 5,65 Ghz untuk operasional radar cuaca BMKG kepada pemerintah dan instansi terkait.
4. Koordinasi dengan Badan Regulasi Telekomunikasi (BRTI) dan Depkominfo diperlukan untuk menerapkan aturan standar jarak terdekat dengan Tower Radar Cuaca yang di ijinakan agar tidak saling mengganggu operasional (UU No 36/1999)
5. Diperlukan koordinasi dan kerjasama yang lebih baik dengan instistusi dan regulator Telekomunikasi serta Pemerintah Daerah khususnya sehingga dapat di capai lingkungan pengamatan yang ideal bagi Radar cuaca BMKG. Hal ini diperlukan mengingat regulasi terhadap pembangunan menara telekomunikasi (BTS) diatur dalam Perda, sehingga berbeda di setiap daerah.
6. Penentuan Lokasi Pembangunan Radar Cuaca hendaknya dikoordinasikan dengan pemda setempat khususnya berkaitan dengan desain Tata Ruang dan kebijakan pembangunan menara telekomunikasi untuk mencegah terjadinya gangguan halangan/obstacel menara komunikasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Daniel Wong (2005). Wireless Internet Telecommunications. Boston: Artech.House
- [2] Mathew S. Gast. (2005). 802.11 Wireless Networks: The Definitive Guide, 2nd Edition. O'Reilly
- [3] Joe Paul. (2005).Radio Local area Network (RLAN) and C-Band Weather Radar Interference Studies:Proceedings of the AMS Radar Conference on Meteorology, New Mexico.
- [4] Frank H. Sanders, Robert L. Sole, Brent L. Bedford, David Franc, Timothy Pawlowitz (2006). Effects of RF Interference on Radar Receivers, NTIA Report
- [5] John Carroll, Frank Sanders, Robert Sanders, (2010). Interference Effects and Interference-limit Criteria for Radar Receivers: Proceedings IEEE Electromagnetic Compatibility Confrence, Ft. Lauderdale, FL.
- [6] Seyed Javad Kazemitabar, (2011). Coping with Interference in Wireless Networks, Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- [7] Zoltan Horvath, David Varga, (2009). Channel allocation technique for Eliminating Interference caused by RLANs on Meteorological Radars in 5 GHz band: INFOCOMMUNICATIONS JOURNAL VOLUME LXIV. • 2009/III.
- [8] André L. Brandão 2004, 5GHz RLAN Interference on Active Meteorological Radars, CFC Conference CRC – Ottawa.
- [9] WMO-ITU (2009), Handbook Use of Radio Spectrum for meteorology; Weather, Water and Climate Monitoring and Prediction Edition 2008: Radio Communication Bureau Switzerland, Geneva.
- [10] http://www.itu.int/net/itu_search/index.aspx?cx=001276825495132238663%3Anqzm45z846q&cof=FORID%3A9&ie=UTF-8&q=rlan+5+ghz&sa=Search&siteurl=www.itu.int%2FITU-R%2Findex.asp%3Fcategory%3Dstudy-groups%26rlink%3Drcpm-wrc-11-studies%26lang%3Den&ref=denysetia.wordpress.com%2Fregulasi-spektrum-frekuensi-radio-indonesia%2Fworld-radiocommunication-conference-2012%2F