

PREDIKSI DAN MANAJEMEN FREKUENSI KOMUNIKASI RADIO HF

Sri Suhartini

*Kelompok Penelitian Ionosfer dan Propagasi Gelombang Radio
Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi
Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa LAPAN*

Abstract

Utilization of HF frequency on radio communication depends on ionosphere condition between the transceiver and the receiver. HF frequency prediction can utilize for frequency management, in the form of working frequency choice for the users having several frequency allocations, communications schedule for the users with one or two working frequency, or frequency planning for the users need to build the radio communication circuits.

Abstrak

Penggunaan frekuensi HF dalam komunikasi radio sangat ditentukan oleh kondisi lapisan ionosfer di antara pemancar dan penerima. Prediksi frekuensi komunikasi HF dapat digunakan untuk melakukan manajemen frekuensi, berupa pemilihan frekuensi kerja bagi pengguna yang memiliki ijin penggunaan beberapa frekuensi, penjadwalan penggunaan frekuensi bagi pengguna dengan satu atau dua frekuensi kerja, ataupun perencanaan frekuensi kerja bagi pengguna yang merencanakan untuk membangun sirkuit komunikasi radio.

Kata kunci : *frekuensi radio HF, prediksi, manajemen frekuensi*

1. Pendahuluan

Sampai saat ini, komunikasi radio HF masih merupakan sarana komunikasi yang banyak digunakan di seluruh Indonesia, baik di lingkungan TNI, POLRI, Pemerintah daerah maupun instansi-instansi lain termasuk perusahaan-perusahaan yang

mempunyai tempat usaha di berbagai tempat. Beberapa pertimbangan dalam penggunaan komunikasi jenis ini adalah :

- (1) Menjangkau tempat yang cukup jauh, pelosok, maupun pulau terpencil
- (2) Relatif murah (sarana dan prasarana)
- (3) Mandiri, tidak tergantung kepada lembaga penyedia prasarana (jaringan kabel, satelit, *repeater*, dan lain-lain).

Keberhasilan komunikasi radio HF (SSB) tergantung pada tiga hal yaitu : (1) kualitas sepasang perangkat keras sistem komunikasi radio HF (pemancar, penerima, antena), (2) sumber daya manusia sebagai pelaksana komunikasi, dan (3) pemilihan frekuensi kerja yang tepat. Dengan peralatan yang berfungsi baik saja, belum tentu komunikasi dapat berlangsung seperti yang diinginkan. Operator perlu memiliki pengetahuan tentang penggunaan frekuensi kerjanya. Frekuensi yang dapat digunakan untuk komunikasi radio ditentukan oleh kondisi lapisan ionosfer saat komunikasi dilakukan. Padahal kondisi lapisan ionosfer bervariasi terhadap waktu. Saat ini, peralatan komunikasi telah tersedia cukup banyak dan berkualitas baik, akan tetapi pengetahuan operator tentang frekuensi kerja seringkali masih kurang.

Sejak tahun 1994 setiap akhir tahun LAPAN telah mengeluarkan buku prediksi frekuensi komunikasi HF antar ibukota propinsi di seluruh Indonesia yang berlaku untuk satu tahun berikutnya. Buku tersebut berisi informasi tentang prediksi frekuensi maksimum, optimum dan minimum untuk komunikasi antara dua tempat tertentu, setiap jam, setiap bulan dalam tahun tersebut. Sesuai dengan permintaan yang datang dari pengguna, buku prediksi yang dibuat oleh LAPAN kemudian bertambah dengan prediksi antar ibukota kabupaten untuk propinsi-propinsi tertentu dan satuan-satuan TNI-POLRI. Untuk meningkatkan kualitas pelayanan, sejak tahun 2003 buku prediksi dikeluarkan

setiap 3 bulan sekali, dengan harapan semakin pendek waktu pembuatan prediksi dengan masa berlakunya maka hasil prediksi akan semakin baik.

Kebutuhan instansi pengguna komunikasi radio HF akan prediksi tidak hanya prediksi antara dua tempat yang tetap, tetapi juga antara satu tempat tetap dengan obyek yang bergerak (*fixed-mobile*) misalnya antara pelabuhan dengan kapal-kapal di perairan Indonesia. Contoh instansi pengguna prediksi ini adalah Stasiun radio pantai, Hubdam dan Pangkalan TNI AL. Komunikasi dinas bergerak memerlukan pengaturan penggunaan frekuensi secara khusus karena perubahan jarak antara unit tetap dengan unit bergerak mengharuskan perubahan penggunaan frekuensi komunikasi. Selain itu, alokasi frekuensi kerja untuk masing-masing keperluan seperti maritim, darat dan penerbangan juga berbeda. Prediksi dibuat untuk satu set frekuensi tertentu sesuai keperluannya, misalnya set frekuensi maritim untuk keperluan komunikasi antara pelabuhan dengan kapal laut yang sedang berlayar.

2. Perlunya Prediksi Frekuensi

Sebagaimana telah diketahui, komunikasi radio memanfaatkan lapisan ionosfer, "satelit alam", yang berfungsi sebagai pemantul gelombang radio. Karena fungsinya itu, lapisan ionosfer memegang peranan yang menentukan terhadap keberhasilan komunikasi tersebut. Sayangnya, lapisan ionosfer bukanlah media pemantul yang stabil. Kondisi ionosfer selalu berubah dari jam ke jam, hari ke hari, bulan ke bulan, bahkan dari tahun ke tahun.

Kemampuan ionosfer untuk memantulkan gelombang radio tergantung pada kerapatan elektron di lapisan-lapisannya. Semakin tinggi kerapatan elektron akan semakin efektif ionosfer

bertindak sebagai pemantul. Matahari yang menyinari ionosfer, menyebabkan peningkatan kerapatan elektron. Dengan demikian kerapatan akan naik dari saat matahari terbit, mencapai maksimum pada tengah hari dan secara bertahap menurun pada sore dan malam hari. Sebagai tambahan pada variasi harian ini, terdapat juga siklus tahunan dan siklus sunspot 11 tahunan. (Where there is no telephone, <http://www.reliefweb.int/library/wtint/chap4.html>).

Untuk mendapatkan acuan tentang frekuensi komunikasi radio yang dapat digunakan pada suatu saat tertentu untuk berkomunikasi, perlu dibuat prediksi frekuensi komunikasi. Karakteristik kerapatan elektron di lapisan ionosfer dalam kaitannya dengan aktivitas matahari merupakan dasar dalam pembuatan prediksi frekuensi ini. Hubungan antara aktivitas matahari dan ionosfer dinyatakan sebagai indeks ionosfer. Salah satu contoh indeks ini adalah indeks T, yang diturunkan dari hubungan antara median foF2 dengan bilangan sunspot R12. Indeks ini merupakan masukan bagi paket program untuk membuat prediksi frekuensi komunikasi HF.

Prediksi frekuensi merupakan panduan secara umum berdasarkan kondisi rata-rata dalam satu bulan, yang memberikan informasi tentang rentang frekuensi yang dapat digunakan untuk komunikasi radio setiap jam pada bulan tertentu. Dalam kenyataannya, kondisi ionosfer sehari-hari seringkali mengalami perubahan karena adanya gangguan alam. Beberapa perubahan dapat diprediksikan dalam waktu yang relatif pendek, seperti adanya badai ionosfer yang dapat diperkirakan sekitar satu sampai dua hari sebelum kejadian. Sebagian gangguan tidak dapat diprediksikan karena kejadiannya mendadak dan berdampak langsung, misalnya ledakan di matahari (*flare*). Gangguan mendadak ini seringkali membuat operator radio mengira peralatan komunikasinya mengalami kerusakan. Padahal

sebenarnya kondisi alam yang sedang tidak bersahabat yang menjadi penyebabnya.

3. **Prediksi Frekuensi Komunikasi HF**

Ada banyak model prediksi frekuensi komunikasi radio HF yang telah dibuat oleh berbagai instansi di dunia, salah satunya adalah paket program ASAPS (*Advanced Stand Alone Prediction System*) yang dipakai oleh LAPAN dalam pelayanan prediksi frekuensinya. Tiga faktor yang menentukan keberhasilan komunikasi radio adalah waktu, frekuensi yang digunakan dan jarak antara dua tempat yang berkomunikasi. Waktu berkaitan dengan karakteristik ionosfer, jarak menentukan lintasan yang akan ditempuh gelombang radio dan keduanya menentukan frekuensi yang dapat digunakan untuk komunikasi.

Masukan yang diperlukan oleh paket program ASAPS dalam menghitung prediksi frekuensi komunikasi radio HF yaitu :

- (1) Waktu dinyatakan dalam bulan dimana prediksi akan dibuat
- (2) Koordinat geografis pemancar dan penerima, yang akan menentukan jarak antara dua tempat yang berkomunikasi
- (3) Indeks T, yang menyatakan hubungan antara lapisan ionosfer sebagai media pemantul dan aktivitas matahari pada bulan yang diprediksi.

Dengan menjalankan paket program ASAPS dengan masukan tersebut di atas, akan dihasilkan tabel prediksi frekuensi pada bulan yang diinginkan, untuk komunikasi antara dua tempat yang ditentukan per jam selama 24 jam (ASAPS V4 *tutorial*, *IPS Radio and space services*).

Tabel prediksi memuat :

- (1) MUF (*Maximum Usable Frequency*) adalah frekuensi yang mempunyai kemungkinan keberhasilan 50% (15 hari dalam satu bulan)

- (2) OWF (*Optimum Working Frequency*) yaitu frekuensi yang mempunyai kemungkinan keberhasilan 90% (27 hari dalam satu bulan)

Tabel 3-1 Prediksi frekuensi komunikasi HF antara Gorontalo dengan Jayapura, masa berlaku bulan September 2005

 Sirkit : Gorontalo-Jayapura Jarak : 1985 KM
 Pemancar : Gorontalo (0.50 ; 123.10). Arah Ant 100
 Penerima : Jayapura (-2.55 ; 140.70). Arah Ant 280

Sep 2005					
Sdt El Ant			8-16		
WIB	LUF	OWF	MUF	WIB	
0	1.0	7.1	10.7	0	
1	1.0	5.3	8.9	1	
2	1.0	4.5	7.6	2	
3	1.0	4.0	6.9	3	
4	1.0	6.7	9.4	4	
5	6.9	14.9	17.5	5	
6	8.4	19.0	22.3	6	
7	9.3	19.4	22.8	7	
8	9.8	19.1	22.1	8	
9	10.1	18.3	20.7	9	
10	10.2	17.8	20.1	10	
11	10.2	18.4	20.8	11	
12	9.9	19.0	22.0	12	
13	9.5	19.1	22.4	13	
14	8.8	19.3	22.6	14	
15	7.6	19.5	22.8	15	
16	4.9	18.1	22.9	16	
17	1.0	15.9	21.9	17	
18	1.0	15.8	21.8	18	
19	1.0	15.7	21.7	19	
20	1.0	16.0	22.1	20	
21	1.0	14.2	19.5	21	
22	1.0	12.3	17.0	22	
23	1.0	9.6	13.2	23	

 Keterangan :

- (1) Arah antenna dalam derajat & dihitung searah jarum jam, UTARA=0, TIMUR=90, SELATAN=180, BARAT=270
- (2) Sdt el ant dalam derajat & dihitung dari arah horisontal
- (3) Sebaiknya gunakan frekuensi antara OWF dan MUF
- (4) Satuan LUF, OWF, dan MUF dalam MHz

- (3) LUF (*Lowest Usable Frequency*) menunjukkan frekuensi terendah yang dapat digunakan. Komunikasi yang dilakukan dengan frekuensi mendekati LUF pada siang hari kemungkinan akan diserap energinya oleh lapisan D ionosfer sehingga komunikasi tidak dapat berlangsung. Batas bawah frekuensi yang dapat digunakan juga tergantung pada beberapa faktor lain seperti daya pancar dan *noise* di lingkungan penerima. Pada malam hari LUF besarnya nol karena pada malam hari penyerapan lapisan D hampir tidak ada
- (4) Sudut elevasi antena yang digunakan untuk berkomunikasi.

Paket program ini memberikan prediksi untuk mode perambatan gelombang radio satu dan dua kali pantulan (bila memungkinkan), yaitu 1F, 1E, 2F dan 2E. Contoh hasil prediksi dapat dilihat dalam tabel 3-1 di atas.

4. Manajemen Frekuensi

Frekuensi radio HF yang menurut definisi mempunyai rentang 3 – 30 MHz digunakan oleh banyak pihak, untuk berbagai kepentingan, misalnya untuk keperluan keselamatan penerbangan, pelayaran, siaran, operasi militer dan pemerintah daerah. Alokasi penggunaan frekuensi diatur baik secara internasional maupun nasional. Untuk wilayah Indonesia alokasi frekuensi radio diatur dalam Keputusan Menteri Perhubungan tentang Tabel Alokasi Spektrum Frekuensi Radio. Pengguna komunikasi radio, diwajibkan memiliki ijin penggunaan frekuensi dan tidak boleh melakukan komunikasi menggunakan frekuensi di luar ijin yang dimilikinya. Ketergantungan komunikasi HF pada kondisi alam kadang-kadang membuat pemegang ijin frekuensi tidak dapat berkomunikasi, karena pada saat komunikasi dilakukan, lapisan ionosfer tidak dapat mendukung berlangsungnya komunikasi (ada kemungkinan pada saat tersebut

frekuensi maksimum yang dapat dipantulkan oleh ionosfer lebih rendah dari frekuensi yang digunakan). Untuk mengurangi resiko kegagalan, pengguna harus mengatur jadwal penggunaan frekuensinya atau memilih frekuensi kerjanya. Pengaturan inilah yang disebut dengan manajemen frekuensi.

4.1 Penjadwalan Penggunaan Frekuensi

Apabila suatu instansi atau pengguna komunikasi HF telah memiliki ijin frekuensi, bukan jaminan bahwa komunikasi akan dapat dilakukan secara terus-menerus dengan frekuensi tersebut. Beberapa penyebabnya adalah :

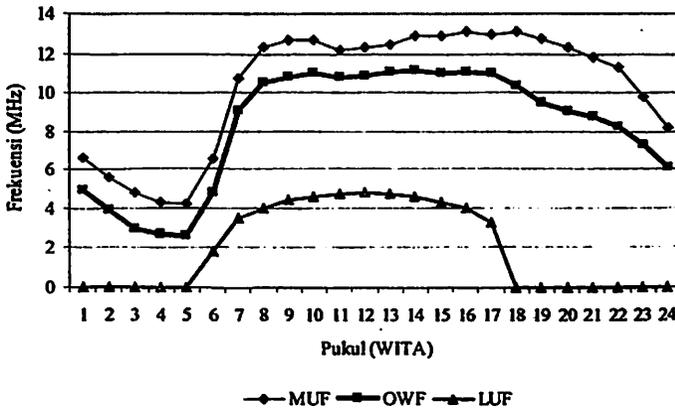
- (1) Variasi harian ionosfer. Kemampuan ionosfer mengembalikan gelombang radio ke bumi bervariasi 24 jam sehari. Keadaan ini disebabkan oleh proses pembentukan lapisan ionosfer yang sangat tergantung pada matahari. Frekuensi yang dapat dipantulkan bertambah besar dari pagi hingga mencapai puncak sekitar tengah hari. Setelah itu, frekuensi mulai menurun dan mencapai minimum menjelang pagi hari. Apabila frekuensi yang digunakan tidak dapat dikembalikan ke bumi oleh ionosfer, komunikasi tidak akan dapat berlangsung.
- (2) Variasi ionosfer karena aktivitas matahari. Pada saat aktivitas matahari tinggi, frekuensi yang dapat dikembalikan oleh ionosfer lebih tinggi dibandingkan pada saat aktivitas matahari rendah. Apabila pengguna komunikasi hanya memiliki ijin untuk satu frekuensi kerja, ada kemungkinan pada suatu periode waktu tertentu akan kesulitan untuk berkomunikasi karena ionosfer tidak dapat mendukung penggunaan frekuensi tersebut.

Prediksi frekuensi komunikasi radio HF yang merupakan panduan penggunaan frekuensi dapat dimanfaatkan untuk

menentukan jadwal penggunaan frekuensi. Langkah-langkah yang harus dilakukan adalah :

- (1) Gunakan prediksi frekuensi antara dua tempat yang akan berkomunikasi.
- (2) Dari tabel prediksi, buat plot frekuensi sebagai fungsi waktu.
- (3) Tempatkan frekuensi yang akan digunakan untuk komunikasi pada plot prediksi.
- (4) Waktu komunikasi yang harus dipilih adalah waktu dimana frekuensi kerja berada diantara OWF dan LUF. Dengan memilih waktu tersebut maka diharapkan komunikasi yang dilakukan mempunyai kemungkinan keberhasilan tinggi.

Contoh penentuan jadwal penggunaan frekuensi dapat dilihat pada gambar 4-1.



Gambar 4-1 Penentuan jadwal penggunaan frekuensi komunikasi HF antara Gorontalo dengan Makasar bulan September 2005

Keterangan :

- (1) Dari tabel prediksi, dibuat plot frekuensi seperti gambar di atas

- (2) Waktu komunikasi yang harus dipilih adalah waktu dimana frekuensi kerja berada diantara OWF dan LUF. Dengan memilih waktu tersebut maka diharapkan komunikasi yang dilakukan mempunyai kemungkinan keberhasilan tinggi
- (3) Sebagai contoh, dari plot di atas dapat diketahui bahwa :
 - Apabila pengguna mempunyai ijin frekuensi 12 MHz maka pada bulan September 2005 kemungkinan keberhasilan komunikasi dari Gorontalo ke Makasar kecil.
 - Apabila ijin frekuensi pengguna antara 6 - 10 MHz maka pada bulan September 2005 kemungkinan keberhasilan menggunakan frekuensi tersebut untuk komunikasi antara Gorontalo – Makasar pada siang hari besar.
 - Frekuensi 3 - 5 MHz dapat digunakan untuk komunikasi malam hari sampai pukul 24:00.

4.2 Pemilihan Frekuensi Kerja

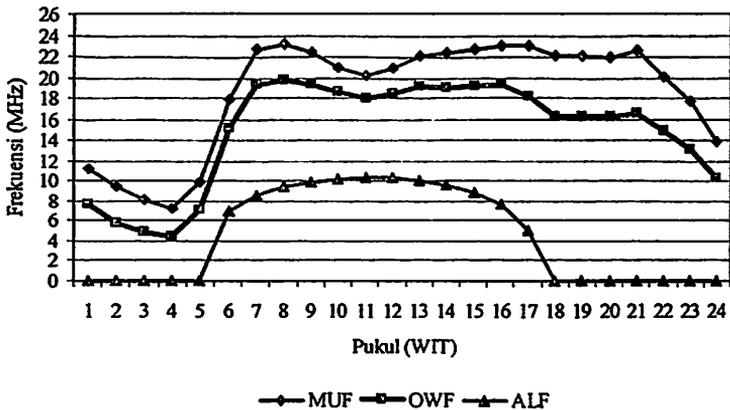
Instansi-instansi tertentu, karena kepentingan dinasnya, misalnya untuk pertahanan dan keamanan negara seperti TNI dan Polri, mengharuskan sistem komunikasinya siap setiap saat. Instansi-instansi ini menggunakan beberapa frekuensi dalam pelaksanaan tugasnya. Pengaturan penggunaan frekuensi dilakukan di tingkat pusat (misalnya Hubdam untuk tingkat Kodam), dan operator menerima jadwal penggunaan frekuensi yang telah ditetapkan.

Langkah yang dapat dilakukan untuk penentuan frekuensi kerja adalah :

- (1) Gunakan plot frekuensi hasil prediksi sebagai fungsi waktu seperti pada penjadwalan penggunaan frekuensi
- (2) Pilih frekuensi kerja yang berada dalam rentang antara OWF dan LUF pada jam komunikasi akan dilakukan. Apabila ada beberapa frekuensi yang memenuhi syarat, pilih frekuensi yang terdekat dengan OWF.

- (3) Untuk pengaturan jangka panjang gunakan prediksi untuk berbagai kondisi aktivitas matahari (berbagai harga indeks T).

Contoh pemilihan frekuensi kerja dapat dilihat pada gambar 4-2.



Gambar 4-2 Pemilihan frekuensi kerja komunikasi HF antara Gorontalo dengan Jayapura bulan September 2005

Keterangan :

- (1) Dari tabel prediksi, dibuat plot frekuensi seperti gambar di atas
- (2) Frekuensi kerja yang harus dipilih adalah frekuensi yang pada saat komunikasi akan dilakukan berada diantara OWF dan LUF. Dengan memilih frekuensi tersebut maka diharapkan komunikasi yang dilakukan mempunyai kemungkinan keberhasilan tinggi
- (3) Sebagai contoh, dari plot di atas dapat diketahui bahwa untuk komunikasi antara Gorontalo - Jayapura pada bulan September 2005 siang hari, frekuensi 20 MHz disarankan untuk tidak digunakan karena kemungkinan keberhasilannya kecil (di atas OWF). Frekuensi 12 sampai 18 MHz dapat digunakan dengan kemungkinan keberhasilan lebih dari 80%, kecuali ada gangguan mendadak di ionosfer. Apabila

memungkinkan pilih frekuensi yang paling mendekati 18 MHz. Frekuensi di bawah 12 MHz disarankan untuk tidak digunakan karena terlalu dekat atau di bawah LUF. Frekuensi ini akan diserap energinya oleh lapisan D ionosfer sehingga gelombang radio tidak dapat mencapai lapisan pemantul (lapisan E atau F) dan komunikasi tidak dapat berlangsung. Untuk komunikasi antara pukul 18:00 – 24:00 dapat digunakan frekuensi 3 sampai 10 MHz.

Cara lain yang dapat dilakukan untuk pemilihan frekuensi kerja adalah menggunakan hasil prediksi frekuensi komunikasi yang berupa penjadwalan penggunaan frekuensi (*Frequency planning*). Prediksi jenis ini dapat digunakan oleh instansi yang memiliki izin penggunaan beberapa frekuensi. Contoh keluaran jadwal penggunaan frekuensi dapat dilihat dalam tabel 4-1.

Tabel 4-1 Jadwal penggunaan frekuensi komunikasi Gorontalo – Jakarta

```

=====
Circuit 1: Grtl-Jkt Distance: 1952KM   Date: September 2005
Tx: Gorontalo 0.55 123.05 Bearings: 247 068 T-index: 31
Rx: Jakarta      -6.17 106.80 Path: Short Path
Selected freq. set: 3.000 7.000 10.000 14.000 21.000 28.000
=====
Mode: 1F      TakeOff Angle: 9-18      | Mode: 1E
Probability > 90% | Probability 50-90% | TakeOff Angle:0
=====
Time  Frequency  | Time  Frequency  | Time  Frequency
UT      MHz      | UT      MHz      | UT      MHz
0000-1600 14.000 | 0000-0300 21.000 | 0000-0100 10.000
1600-1700 10.000 | 0300-0500  None   | 0100-0900 14.000
1700-1900  7.000 | 0500-1500 21.000 | 0900-1000 10.000
1900-2200  3.000 | 1500-1600  None   | 1000-1100  7.000
2200-2300  7.000 | 1600-1700 14.000 | 1100-2300  None
2300-2400 14.000 | 1700-1900 10.000 | 2300-2400 10.000
           | 1900-2200  7.000 |
           | 2200-2400  None   |
=====

```

Keterangan :

Penjadwalan frekuensi dibuat untuk :

- Komunikasi antara Gorontalo – Jakarta
- Bulan September 2005
- Set frekuensi : 3.000, 7.000, 10.000, 14.000, 21.000, dan 28.000 MHz.

Dari tabel di atas dapat diketahui frekuensi yang dapat digunakan untuk komunikasi pada jam-jam tertentu.

4.3 Perencanaan Frekuensi Kerja

Untuk menggunakan suatu frekuensi, pengguna harus memiliki ijin yang dikeluarkan oleh instansi yang berwenang (Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi). Penetapan frekuensi kerja untuk komunikasi radio HF untuk satu sirkuit komunikasi tertentu sebaiknya didasarkan pada dua hal yaitu : (a) kemampuan lapisan ionosfer untuk mendukung perambatan gelombang radio dari pemancar ke penerima pada sirkuit yang direncanakan, (b) alokasi frekuensi yang diijinkan untuk jenis komunikasi yang dikehendaki, sesuai peraturan yang berlaku.

Hal ini perlu dilakukan supaya pemegang ijin frekuensi betul-betul dapat menggunakan frekuensi yang diijinkan untuk memenuhi kebutuhannya berkomunikasi, sehingga tidak terjadi pelanggaran penggunaan frekuensi yang dapat mengganggu bahkan membahayakan keselamatan orang banyak. Kemampuan lapisan ionosfer untuk mendukung komunikasi radio sangat ditentukan oleh karakteristiknya. Pada waktu aktivitas matahari tinggi, ionosfer mampu mengembalikan gelombang radio dengan frekuensi lebih tinggi dibandingkan pada saat aktivitas matahari rendah. Dengan memperhatikan ketergantungan komunikasi HF terhadap karakteristik ionosfer, sebaiknya ijin frekuensi yang diberikan kepada pengguna minimal dua frekuensi, sehingga

pengguna dapat menyesuaikan penggunaan frekuensinya dengan kondisi ionosfer.

Untuk membuat perencanaan frekuensi kerja, dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- (1) Untuk satu sirkit komunikasi tertentu, gunakan prediksi frekuensi untuk kondisi aktivitas matahari tinggi, menengah dan rendah.
- (2) Tentukan waktu komunikasi akan dilakukan (misalnya pukul 10 sampai 12 siang hari)
- (3) Pilih rentang frekuensi (antara OWF dan LUF) yang dapat digunakan untuk berbagai kondisi aktivitas matahari. Bila memungkinkan untuk menggunakan satu rentang frekuensi untuk berbagai kondisi aktivitas matahari, pilih frekuensi tersebut. Bila tidak mungkin, pilih dua rentang frekuensi, misalnya untuk kondisi aktivitas matahari rendah sampai menengah dan dari menengah sampai tinggi.

Perencanaan frekuensi kerja dapat dilakukan oleh pengguna komunikasi radio yang belum memiliki ijin frekuensi, sebagai pertimbangan dalam pengajuan permohonan ijin frekuensi.

Contoh perencanaan frekuensi kerja dapat dilihat dalam tabel 4-2.

Tabel 4-2 Perencanaan frekuensi kerja komunikasi HF antara Bandung – Bukittinggi, pukul 10:00 – 12: 00 WIB

	Rendah		Rendah–menengah		Menengah – tinggi		Tinggi	
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
Prediksi	6.1	9.6	6.7	10.9	7.3	12.5	8.6	15.1
Alokasi	6.765	7.000	6.765	7.000				
	7.000	7.100	7.000	7.100				
	7.350	8.100	7.350	8.100	7.350	8.100		
			9.900	9.995	9.900	9.995	9.900	9.995
			10.100	10.150	10.100	10.150	10.100	10.150
			10.150	11.175	10.150	11.175	10.150	11.175
					11.400	11.600	11.400	11.600
					12.100	12.230	12.100	12.230
							13.360	13.410
							13.410	13.570
							13.870	14.000
							14.000	14.350
							14.350	14.990

Keterangan :

1. Baris Prediksi adalah frekuensi hasil prediksi (minimum dan maksimum) untuk berbagai tingkat aktivitas matahari.
2. Baris alokasi adalah rentang frekuensi yang ada dalam tabel alokasi frekuensi untuk penggunaan komunikasi tetap darat yang sesuai dengan hasil prediksi.
3. Dari tabel di atas dapat diketahui bahwa dalam rentang frekuensi hasil prediksi terdapat beberapa alokasi frekuensi yang dapat digunakan. Untuk perencanaan frekuensi kerja kita harus memilih frekuensi yang dapat digunakan sekaligus untuk berbagai kondisi aktivitas matahari. Dalam contoh ini, tidak ada frekuensi yang dapat digunakan untuk semua

kondisi aktivitas matahari, oleh karena itu kita dapat memilih dua frekuensi kerja yang akan digunakan sesuai alokasi yang ada (dicetak tebal) sebagai berikut : (a) 7.000 – 7.100 MHz atau 7.350 – 8.100 MHz untuk aktivitas matahari rendah sampai menengah, (b) 9.900 – 9.995MHz ; 10.100 – 10.150MHz atau 10.150 – 11.175 MHz untuk aktivitas matahari menengah sampai tinggi.

4. Dalam contoh di atas, dengan memiliki ijin 2 frekuensi kerja diharapkan komunikasi radio HF antara Bandung – Bukittinggi dapat dilakukan setiap hari antara pukul 10:00 – 12:00 dengan penggunaan frekuensi yang disesuaikan dengan tingkat aktivitas matahari.

5. Kegagalan Komunikasi Radio

Sebagaimana telah disampaikan dalam pendahuluan, keberhasilan komunikasi ditentukan oleh 3 hal :

- (1) Kualitas sepasang perangkat keras sistem komunikasi radio HF (pemancar, penerima, antena)
- (2) Sumber daya manusia sebagai pelaksana komunikasi
- (3) Pemilihan frekuensi kerja yang tepat.

Kegagalan komunikasi radio dapat terjadi meskipun ketiga unsur di atas telah diupayakan untuk dipenuhi. Dari segi penggunaan frekuensi, pemilihan frekuensi kerja didasarkan pada hasil prediksi frekuensi komunikasi radio HF. Pembuatan prediksi didasarkan pada kondisi rata-rata lapisan ionosfer pada bulan tertentu. Dalam kenyataannya kondisi lapisan ionosfer dapat berubah secara mendadak karena adanya gangguan dari sumber-sumber alami yang tidak mungkin untuk dihindarkan.

Beberapa gangguan yang terjadi di ionosfer, diantaranya adalah :

- (1) Gangguan mendadak yang disebabkan ledakan besar di matahari. Gangguan ini dapat memutuskan komunikasi radio untuk waktu beberapa menit sampai beberapa jam
- (2) Gangguan yang terjadi satu sampai dua hari setelah ledakan matahari, dapat menyebabkan komunikasi hanya dapat dilakukan bila menggunakan frekuensi-frekuensi rendah, sementara frekuensi yang tinggi tidak dapat digunakan
- (3) Kemunculan lapisan E sporadis yang mencapai frekuensi tinggi juga dapat mengganggu komunikasi karena gelombang radio yang seharusnya dipantulkan oleh lapisan F (ketinggian di atas 200 km), ketika mencapai ketinggian lapisan E sporadis (ketinggian sekitar 100 km) telah dipantulkan, sehingga gelombang radio tidak mencapai tujuan yang diinginkan.

Kegagalan komunikasi seperti ini seringkali terjadi secara mendadak, sulit untuk diperkirakan sebelumnya sehingga operator yang tidak memahami masalah ini dapat mengira peralatan radionya rusak. Padahal yang sebenarnya terjadi adalah ionosfernya sedang tidak dapat mendukung komunikasi radio yang dilakukan.

6. Kesimpulan

Keberhasilan komunikasi radio HF tidak hanya ditentukan oleh peralatan (pemancar, penerima, antena), tetapi juga ditentukan oleh frekuensi kerja yang digunakan. Hasil prediksi frekuensi radio HF untuk satu sirkit komunikasi dapat digunakan sebagai acuan bagi operator radio dalam melakukan komunikasi. Operator radio perlu dibekali pengetahuan tentang frekuensi kerja dan berbagai permasalahannya. Dengan memahami prediksi frekuensi dan cara pemanfaatannya, operator radio dapat meningkatkan keberhasilan komunikasi yang harus dilakukan.

Daftar Rujukan

Industry Science Resources. *ASAPS V.4 Tutorial*, IPS Radio and Space Services

----. 2006. *Where There Is No Telephone*,
<http://www.reliefweb.int/library/wtint/chap4.html>,
download, Juni 2006