

PENGARUH PERUBAHAN f_{min} TERHADAP BESARNYA FREKUENSI KERJA TERENDAH SIRKIT KOMUNIKASI RADIO HF

Varulliantor Dear
Peneliti Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi, LAPAN
e-mail : Varullant@bdg.lapan.go.id

RINGKASAN

Dengan menggunakan metode secant, frekuensi minimum (f_{min}) yang merupakan salah satu parameter dari hasil pengamatan lapisan ionosfer, dapat digunakan untuk menentukan besarnya frekuensi kerja terendah suatu sirkuit komunikasi radio HF (*high frequency*). Terjadinya perubahan f_{min} akan berdampak pada perubahan besarnya batas frekuensi kerja terendah suatu sirkuit komunikasi radio HF. Dari hasil simulasi, terlihat bahwa kenaikan nilai f_{min} pada lapisan ionosfer berimbas pada kenaikan frekuensi kerja terendah sirkuit komunikasi radio. Semakin jauh jarak suatu sirkuit komunikasi radio, maka besarnya frekuensi kerja terendah akan semakin tinggi. Contoh kasus yang terjadi pada tanggal 29 Oktober 2003, menunjukkan adanya perubahan f_{min} yang berimbas pada kenaikan frekuensi kerja terendah suatu sirkuit radio komunikasi. Dengan kenaikan frekuensi tersebut, maka hal ini berdampak pada perubahan yang harus dilakukan saat pengoperasian radio apabila radio bekerja pada frekuensi yang berada di bawah frekuensi kerja terendah. Perubahan yang dilakukan yaitu perubahan antena yang harus disesuaikan dengan frekuensi di atas frekuensi terendah. Namun tidak serta merta perubahan tersebut dapat dilakukan karena harus memperhatikan alokasi frekuensi yang dapat digunakan. Peristiwa ini dapat dinyatakan sebagai bentuk gangguan yang terjadi pada komunikasi radio.

1 PENDAHULUAN

Komunikasi menggunakan radio HF (*High Frequency*) masih banyak dipilih dan digunakan oleh para amatir radio untuk melakukan komunikasi jarak jauh. Hal ini dikarenakan gelombang radio pada pita frekuensi HF dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer. Kendatipun gelombang radio pada pita frekuensi radio HF dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer, namun tidak semua nilai frekuensi pada pita frekuensi HF dapat dipantulkan. Nilai frekuensi tersebut ditentukan oleh batas frekuensi tertinggi dan batas frekuensi terendah. Untuk batas frekuensi tertinggi, nilai frekuensi gelombang radio yang dapat dipantulkan secara vertikal dikenal dengan nilai frekuensi kritis (f_o). Sedangkan untuk batas frekuensi terendah, nilai frekuensi gelombang radio yang dapat dipantulkan secara vertikal disebut dengan frekuensi minimum (f_{min}).

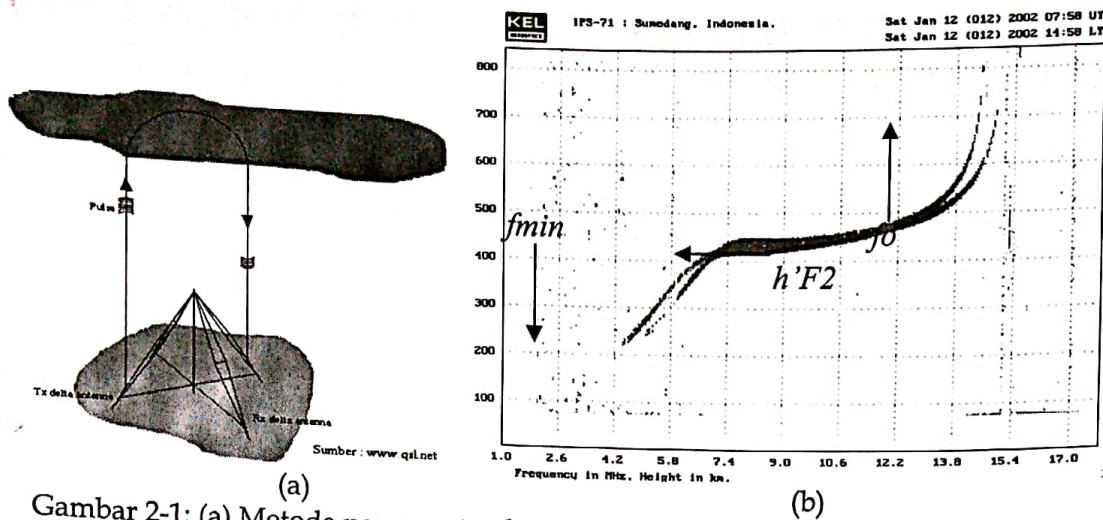
Pada makalah ini dibahas tentang bagaimana pengaruh perubahan nilai f_{min} yang merupakan faktor penentu batas frekuensi terendah suatu sirkuit komunikasi radio, terhadap besarnya frekuensi kerja terendah dari sirkuit komunikasi radio untuk jarak yang berbeda-beda.

2 TINJAUAN PUSTAKA

Besarnya nilai frekuensi yang dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer ditentukan oleh besarnya kerapatan elektron pada lapisan ionosfer. Hubungan kerapatan elektron dengan besarnya frekuensi yang dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer dinyatakan dalam persamaan 2-1 (Mcnamara, 1991).

$$f_N^2 = 80.5 N \quad (2-1)$$

Dengan
f = Frekuensi plasma
N = Kerapatan Elektron



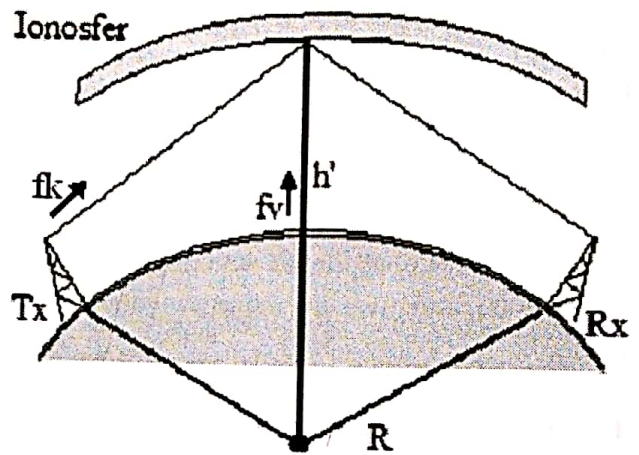
Gambar 2-1: (a) Metode pengamatan lapisan ionosfer secara vertikal (b) Ionogram

Secara pengamatan, kerapatan elektron pada lapisan ionosfer dapat dilakukan dengan menggunakan radar HF yang dikenal dengan sebutan ionosonda. Metode penggunaan ionosonda secara vertikal sebagai perangkat pengamatan kerapatan elektron pada lapisan ionosfer dan hasilnya diilustrasikan pada Gambar 2-1(a). Gambar 2-1(b) menunjukkan hasil dari pengamatan yang dikenal sebagai ionogram. Informasi yang diperoleh dari ionogram antara lain adalah besarnya frekuensi terendah yang dipantulkan (f_{min}), ketinggian lapisan ionosfer (h'), dan frekuensi kritis (f_o).

Parameter-parameter lapisan ionosfer ($h'F$, f_oF2 , f_{min}) yang diperoleh kemudian digunakan untuk mengetahui besarnya frekuensi yang dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer pada suatu sirkuit komunikasi radio.

3 METODOLOGI

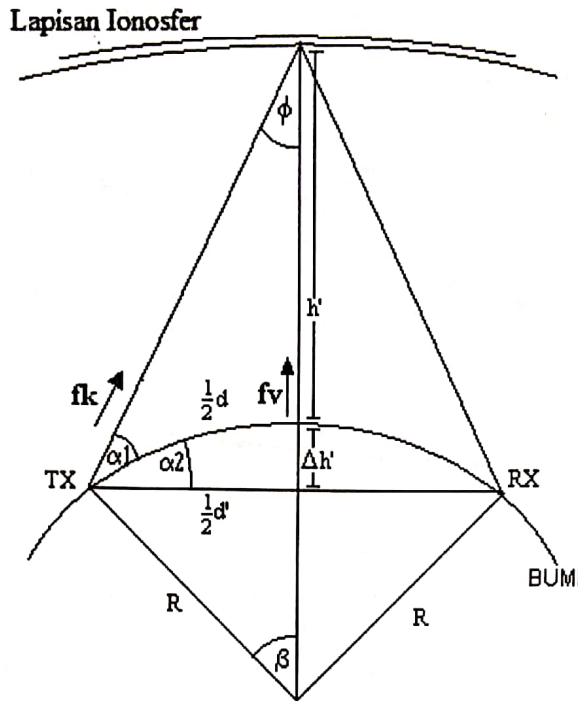
Hubungan antara besarnya frekuensi kerja sirkuit komunikasi radio dengan besarnya frekuensi pengamatan yang dipantulkan oleh lapisan ionosfer secara vertikal diilustrasikan pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1: Ilustrasi hubungan antara frekuensi pengamatan dengan frekuensi kerja sirkuit komunikasi radio

Keterangan :

- TX = Stasiun Pemancar
- RX = Stasiun Penerima
- fk = Frekuensi kerja sirkuit komunikasi radio
- fv = Frekuensi yang dipantulkan secara vertikal
- R = Jari-jari bumi (untuk ekuator = 6380 km)
- h' = ketinggian lapisan ionosfer



Gambar 3-2: Ilustrasi hubungan antara frekuensi pengamatan dengan frekuensi kerja sirkit radio komunikasi

$$f_k = f_v \cdot \frac{\sqrt{1/4d'^2 + h'^2}}{h'} \quad (3-1)$$

Dengan :

f_k = Frekuensi kerja sirkit komunikasi radio

f_v = Frekuensi yang dipantulkan secara vertikal (diperoleh dari pengamatan)

d' = Jarak semu sirkit komunikasi radio

h' = Ketinggian lapisan ionosfer

$\Delta h'$ = jarak permukaan bumi dengan sumbu horisontal khayal.

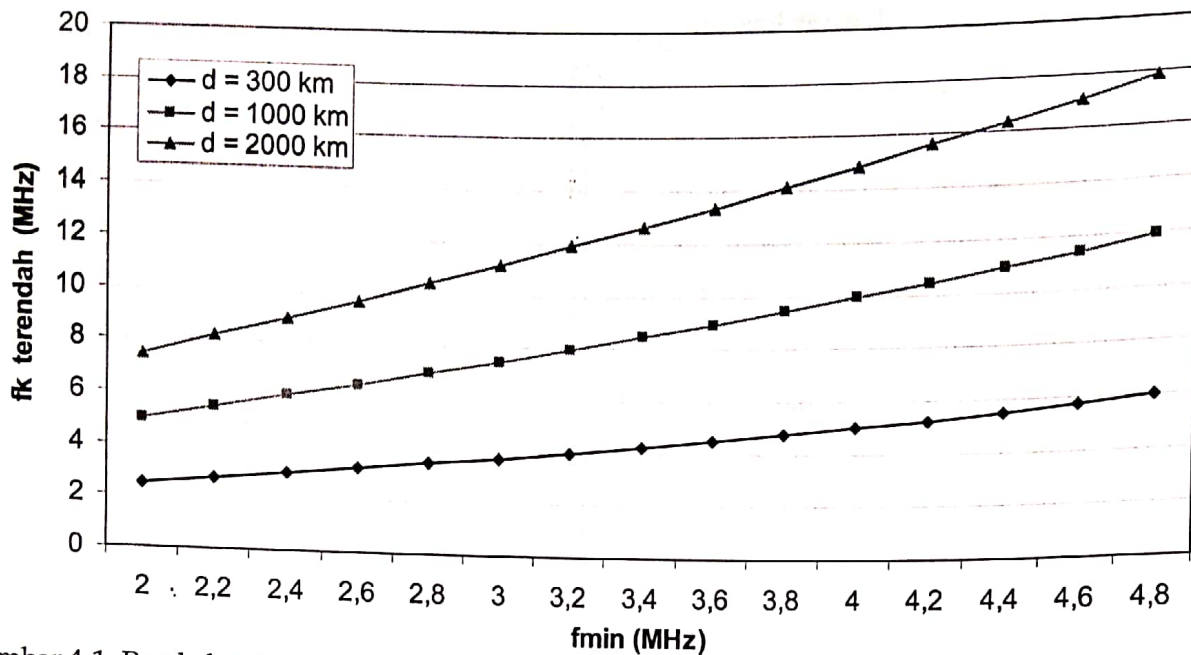
Dari persamaan 3-1 ditunjukkan hubungan frekuensi pengamatan secara vertikal dengan besarnya frekuensi kerja suatu sirkit komunikasi radio. Bila frekuensi pengamatan yang digunakan merupakan frekuensi kritis (f_0), maka akan diperoleh besarnya frekuensi maksimum yang dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer (MUF), yaitu frekuensi tertinggi yang dapat digunakan untuk suatu sirkit komunikasi. Bila frekuensi kerja suatu sirkit komunikasi radio berada di atas nilai frekuensi MUF, maka komunikasi radio antar stasiun tidak akan berhasil. Akan tetapi, besarnya frekuensi kerja suatu sirkit komunikasi radio

yang dapat dipantulkan oleh lapisan ionosfer juga memiliki batas frekuensi terendah. Batasan nilai frekuensi ini disebut sebagai frekuensi kerja terendah yang dapat digunakan pada suatu sirkit komunikasi radio dan dipengaruhi oleh nilai frekuensi minimum (f_{min}).

Metodologi dalam makalah ini merupakan simulasi perubahan nilai frekuensi minimum (f_{min}) yang mempengaruhi besarnya frekuensi kerja terendah sirkit komunikasi radio dengan menggunakan persamaan metode secant (persamaan 3-1). Parameter masukan yang digunakan merupakan frekuensi minimum (f_{min}) dari hasil pengamatan dengan ketinggian lapisan ionosfer diasumsikan tetap.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 4-1 menunjukkan hasil perhitungan besarnya frekuensi kerja terendah antara pemancar dengan penerima suatu sirkit komunikasi radio dengan jarak 300 km, 1000 km, dan 2000 km yang terjadi akibat berubahnya nilai frekuensi minimum (f_{min}). Ketinggian lapisan ionosfer yang digunakan dalam perhitungan diasumsikan tetap yakni 200 km dari permukaan bumi.



Gambar 4-1: Perubahan Frekuensi Kerja terendah sirkit komunikasi radio dengan jarak 300 km, 1000 km, dan 2000 km terhadap perubahan f_{min}

Hasil yang diperoleh pada Gambar 4-1 menunjukkan adanya kenaikan frekuensi kerja yang berbeda untuk tiap-tiap jarak sirkit komunikasi radio akibat kenaikan nilai f_{min} . Kenaikan ini tentu saja akan mengakibatkan terjadinya kegagalan komunikasi antar stasiun radio yang menggunakan frekuensi kerja yang lebih rendah dari frekuensi tersebut.

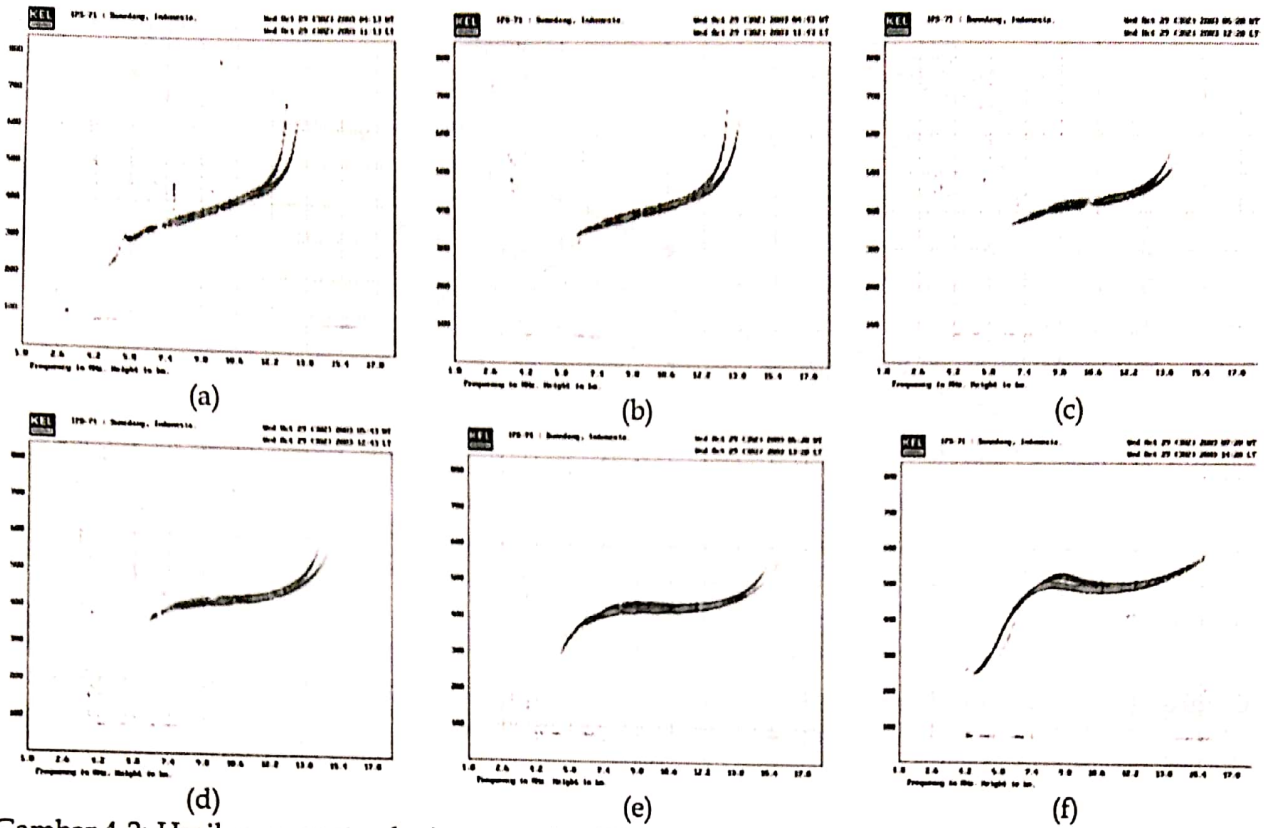
4.1 Contoh Kasus; Perubahan f_{min} pada tanggal 29 Oktober 2003

Salah satu contoh terjadinya perubahan nilai f_{min} dapat dilihat pada saat terjadinya fenomena badai matahari tanggal 28 Oktober - 2 November 2003. Tahun 2003 merupakan tahun dimana matahari memasuki siklus aktif. Pada tanggal tersebut terjadi fenomena peningkatan nilai f_{min} yang cukup besar yang disebabkan oleh adanya peristiwa badai matahari (Jiyo et al, 2005). Meningkatnya intensitas radiasi matahari yang terjadi pada fenomena tersebut

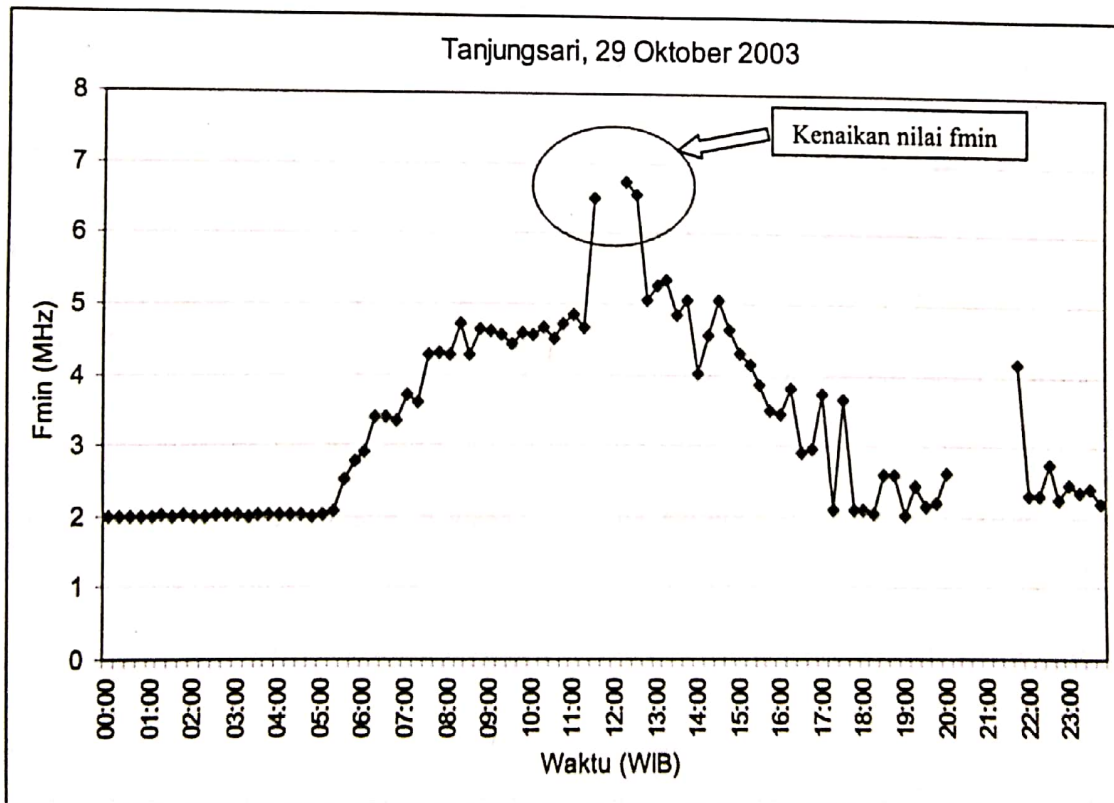
menunjukkan perubahan pada parameter ionosfer yang mempengaruhi frekuensi kerja sirkit komunikasi radio.

Gambar 4-2 menunjukkan perubahan nilai f_{min} dari hasil pengamatan yang dilakukan di SPD Tanjungsari (6,89 LS, 107,89 BT). Dari hasil pengamatan dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan nilai f_{min} pada pukul 11:43 WIB (b) hingga pukul 12:43 WIB (d). Nilai f_{min} yang tercatat mencapai 6,74 MHz, sedangkan nilai f_{min} pada jam sebelum dan sesudahnya berada pada rentang frekuensi 4,2 MHz - 5,4 MHz (Gambar 4-3).

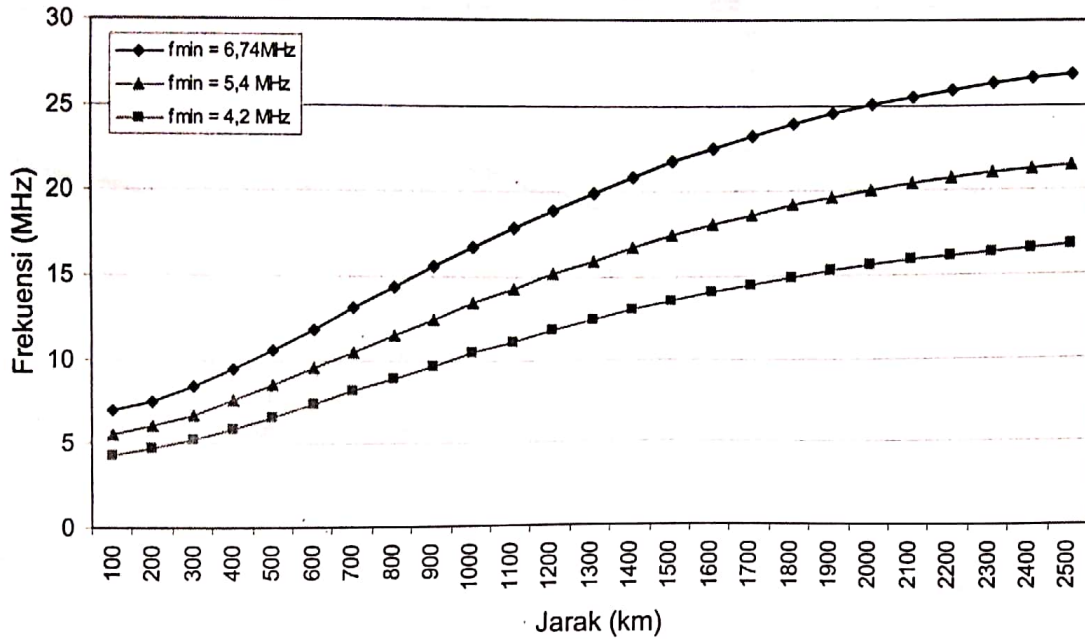
Dengan menggunakan metode secant, maka dapat diketahui terjadinya perbedaan frekuensi kerja terendah pada sirkit komunikasi radio untuk besarnya f_{min} 4,2 MHz, 5,4 MHz, dan 6,74 MHz pada jarak yang berbeda (Gambar 4-4). Dalam perhitungan yang dilakukan, ketinggian lapisan ionosfer diasumsikan tetap yakni 200 km.



Gambar 4-2: Hasil pengamatan lapisan ionosfer diatas SPD Tanjungsari 29 November 2003 pada pukul (a) 11:13 WIB (b) 11:43 WIB (c) 12:28 WIB (d) 12:43 WIB (e) 13:28 WIB (f) 14:28 WIB



Gambar 4-3: Ploting nilai fmin hasil pengamatan di SPD Tanjungsari tanggal 29 Oktober 2003



Gambar 4-4: Besarnya frekuensi kerja terendah sirkit komunikasi radio untuk nilai f_{min} 4,2 MHz, 5,8 MHz, dan 6,74MHz dengan jarak sirkit 100 – 2500 km

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin jauh jarak suatu sirkit komunikasi radio, maka frekuensi kerja terendah yang dapat digunakan akan semakin tinggi. Selisih atau perbedaan frekuensi kerja terendah yang dapat digunakan pada saat terjadinya kenaikan nilai f_{min} dapat mencapai 2 hingga 5 MHz. Dengan kenaikan frekuensi kerja terendah dari sirkit radio komunikasi yang mencapai 2 hingga 5 MHz, akan menimbulkan hambatan secara teknis saat mengoperasikan radio.

Apabila radio bekerja pada frekuensi yang berada di bawah batas frekuensi kerja terendah, maka operator radio harus menyesuaikan frekuensi kerja yang digunakan. Tentu saja dengan mengubah frekuensi kerja, antenna yang digunakan juga harus disesuaikan. Namun penyesuaian frekuensi kerja dan antenna yang digunakan tidak serta merta dapat dilakukan begitu saja, karena juga harus memperhatikan peraturan alokasi frekuensi yang boleh digunakan. Apabila kedua hal tersebut, baik penyesuaian perangkat maupun alokasi frekuensi tidak dapat dipenuhi, maka

komunikasi radio tidak dapat terlaksana. Peristiwa ini dapat dinyatakan sebagai gangguan terhadap komunikasi radio.

5 KESIMPULAN

Dengan menggunakan metode secant, nilai f_{min} yang diperoleh dari hasil pengamatan, dapat digunakan untuk mengetahui besarnya frekuensi kerja terendah pada suatu sirkit radio komunikasi. Semakin besar nilai f_{min} dan semakin jauh jarak sirkit komunikasi radio, nilai frekuensi kerja terendah yang dapat digunakan juga semakin besar.

Dari contoh kasus yang terjadi pada tanggal 29 Oktober 2003, terlihat bahwa kenaikan nilai f_{min} mempengaruhi besarnya frekuensi kerja terendah sirkit komunikasi radio. Dengan adanya perubahan frekuensi kerja terendah, maka penyesuaian perangkat radio dengan memperhatikan peraturan perijinan alokasi frekuensi perlu dilakukan. Apabila hal ini tidak terpenuhi, maka komunikasi radio tidak dapat dilakukan dan dapat dinyatakan sebagai gangguan komunikasi radio.

DAFTAR RUJUKAN

- Jiyo, Yatini, C., 2005. *Pengaruh Badai Antarksa Oktober-November 2003 Terhadap Lapisan Ionosfer dan Komunikasi Radio*, Warta LAPAN Vol. 7 No. 3.
- McNamara, L. F., 1991. *The Ionosphere: Communications, Surveillance, and Direction Finding*, Krieger Publishing Company.
- Suhartini S., 2006. *Prediksi dan Manajemen Frekuensi Komunikasi Radio HF*, Publikasi ilmiah LAPAN, ISBN 978-979-1458-00-99.
- Kristini N., Hamzah A. Noly, Nurtjhajo H., *Antena, Karakteristik, Perancangan, dan Instalasinya*, Publikasi ilmiah LAPAN, ISBN 978-979-1458-00-99.
- The American Radio Relay League Inc., 1949. *The ARRL Antenna Book*, 5th edition.