

# FENOMENA IONOSFER DI ATAS INDONESIA SERTA PENGARUHNYA TERHADAP KOMUNIKASI RADIO DAN KOMUNIKASI SATELIT

Oleh: Nancy Ristanti -Bidang Ionosfer dan Telekomunikasi

Ionosfer merupakan suatu lapisan di atmosfer yang molekulnya mengandung partikel bermuatan listrik (ion). Ionosfer terletak pada ketinggian mulai dari sekitar 50 hingga 600 km di atas permukaan bumi. Secara umum, ionosfer berfungsi sebagai pemantul gelombang radio HF.

Salah satu fenomena ionosfer yang terjadi di atas Indonesia adalah "Spread-F khatulistiwa" atau *Equatorial Spread F* (ESF). ESF merupakan gelembung raksasa yang sering muncul di lapisan ionosfer. ESF dapat mengganggu sinyal radio yang melalui atmosfer, termasuk mengganggu komunikasi satelit, sistem navigasi, dan *Global Positioning System* (GPS). Peneliti NASA telah mengidentifikasi kemungkinan

penyebab terbentuknya ESF. Terjadinya *spread F* di daerah ekuator ini disebabkan oleh ketidakstabilan Rayleigh-Taylor (R-T) di daerah E, yang kemudian bergabung sepanjang medan magnet B ke daerah F.

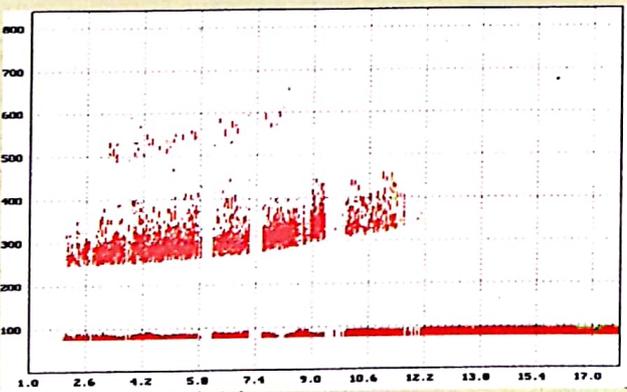
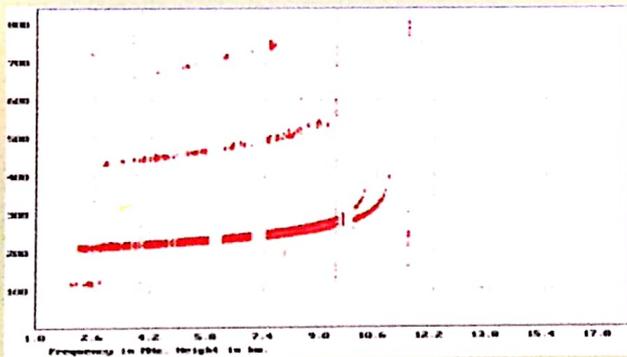
Para ilmuwan roket menemukan adanya suatu aliran di atas khatulistiwa pada ionosfer bagian bawah di mana gelembung terbentuk. Aliran tersebut mengalir ke arah barat, sedangkan pada ionosfer yang lebih tinggi mengalir ke arah timur karena dorongan angin netral. Oleh karena itu, terbentuklah suatu gerakan yang disebabkan aliran yang berlawanan arah tersebut dengan kondisi yang tidak stabil. Gerakan ini membentuk gelombang di ionosfer yang menjadi benih bagi tumbuhnya *spread F* di khatulistiwa.

*Spread F* umumnya terjadi pada malam hari, dan kemunculannya banyak terjadi di lintang geomagnet yang tinggi dan rendah. Pada ionogram, fenomena ini terlihat sebagai jejak yang menyebar.

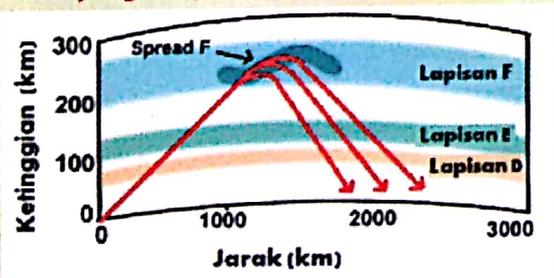
Dari pembentukannya, *spread F* dapat dibedakan dalam 4 tipe, yaitu frekuensi *spread* tipe F jika penyebarannya dalam rentang frekuensi, frekuensi *spread* tipe Q jika penyebarannya dalam rentang ketinggian, *mixed spread* Tipe L jika penyebarannya berada dalam rentang frekuensi dan ketinggian, serta *polar spur* (Tipe P) jika semua tipe terbentuk sehingga tidak dapat dibedakan antara tipe F, Q dan L. Di Indonesia, *spread F* tipe P tidak terjadi. Maka, hanya 3 tipe yang sering terjadi di atas Indonesia yaitu tipe F, Q dan L (Gambar 1).

## Pengaruh pada Komunikasi Radio

*Spread F* menyebabkan gelombang radio HF dipantulkan oleh lapisan F ionosfer pada ketinggian yang berbeda-beda (Gambar 2). Hal ini disebabkan oleh adanya gelembung di ionosfer. Akibatnya, sinyal HF yang diterima tersebar dalam ruang dan waktu, sehingga informasi sulit diterima.



Gambar 1. Ionogram normal (atas) dan fenomena *Spread F* yang tampak pada ionogram (bawah)



Gambar 2 Diagram lintasan gelombang radio yang melalui dan dipantulkan ionosfer saat terjadi *spread F*

## Pengaruh pada Komunikasi Satelit

Ketika komunikasi antara satelit dan stasiun penerima di Bumi berlangsung, sinyal radio yang menjalar akan dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya oleh lapisan ionosfer. Pengaruh yang terjadi berupa perubahan amplitudo dan fase sinyal satelit akibat adanya iregularitas pada ionosfer yang disebabkan gelembung plasma atau *spread F*. Perubahan amplitudo dan fase sinyal dapat menyebabkan penurunan power. Penurunan ini pada umumnya berlangsung dalam selang waktu yang singkat dan terjadi beberapa saat setelah matahari terbenam. Perubahan fase dan amplitudo yang berfluktuasi secara temporer dari sinyal satelit ke Bumi menunjukkan penurunan daya/power sinyal yang diterima stasiun di bumi dan dinyatakan dengan LoS. Penurunan ini mengakibatkan sinyal berfluktuasi sangat besar sehingga mengganggu komunikasi. Peristiwa seperti ini disebut dengan sintilasi.

Untuk mengetahui efek sintilasi dapat digunakan *Global Positioning System* (GPS). GPS merupakan salah satu satelit navigasi yang secara kontinyu memancarkan sinyal radio dan membawa informasi untuk navigasi. Karena sinyal GPS tersebut melintasi ionosfer dalam perambatannya, maka kondisi dinamis ionosfer dan gangguannya dapat terdeteksi pengguna GPS. Oleh sebab itu, GPS dapat dimanfaatkan sebagai sarana penelitian ionosfer.

Penelitian yang dilakukan oleh LAPAN mengindikasikan bahwa peristiwa sintilasi yang sangat mempengaruhi penjalaran sinyal satelit adalah sintilasi yang indeks amplitudonya ( $S_4$ ) lebih besar dari 0,5 dan nilai  $S_4$  antara 0-1. Dari hasil yang diperoleh, diketahui bahwa pada saat efek sintilasi terjadi, penurunan daya amplitudo sinyal satelit berkisar antara -29 dB sampai dengan -53 dB. Gangguan ini hanya berlangsung satu sampai dua jam.

Selain itu, sinyal dari satelit GPS yang melalui ionosfer, terutama ketika iregularitas ionosfer terjadi, akan mengalami *delay time* (waktu tunda) karena terjadi perubahan fase sinyal satelit. Perubahan fase sinyal satelit ini dinyatakan dengan indeks perubahan fase sinyal ( $\Sigma \Phi$  atau  $S_{\Phi}$ ) yang bernilai antara 0-1. *Delay time* ini sangat berkaitan dengan *Total Electron Content* (TEC) ionosfer.

TEC adalah jumlah elektron dalam kolom vertikal (silinder) berpenampang seluas 1 m<sup>2</sup> sepanjang lintasan sinyal dalam lapisan ionosfer dengan ketinggian sekitar 350 km. Nilai TEC merupakan fungsi dari lokasi geografis, waktu lokal, musim, aktivitas matahari *extrem UV*, dan aktivitas medan magnet. Nilai 1 TEC Unit sama dengan 10<sup>16</sup> elektron/m<sup>2</sup>.

Salah satu daerah yang sering terjadi sintilasi ionosfer dan diamati secara regular di Indonesia adalah Bandung. Bandung yang terletak pada sekitar wilayah ekuator geografis (6° 53"LS; 107° 34"BT) dan terletak pada 19° LS ekuator magnetik termasuk dalam daerah *crest region*. Daerah ini memiliki kerapatan ion yang lebih banyak dibandingkan wilayah lainnya, sehingga akan lebih sering terjadi sintilasi ionosfer.

Sebagai contoh, pada Tabel 1 ditunjukkan hasil pengamatan  $S_4$  dan LoS pada tanggal 8 Juli 2009 dari satelit yang melintasi Bandung dengan menggunakan GPS GVS4004B yang dioperasikan di Bandung.

Tabel 1. Indeks Sintilasi  $S_4$  dan LoS tanggal 8 Juli 2009 pada satelit PRN.25

GPS time (menit ke)	$S_4$	LoS (dB)
94	0.205	2.64
95	0.2199	2.8836
96	0.2866	4.0278
97	0.2846	3.9923
98	0.3503	5.1866
99	0.2251	2.9703
100	0.2089	2.704
101	0.2906	4.0975
102	0.2187	2.8648
103	0.2241	2.9536
104	0.2038	2.6211

Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa peningkatan indeks sintilasi  $S_4$  pada menit ke 94 sampai ke 104 untuk satelit nomor 25 (PRN.25) menyebabkan penurunan sinyal LoS yang diterima juga meningkat, sehingga informasi yang diterima kurang akurat. Dengan kata lain komunikasi satelit terganggu. □