

Sintilasi dan *E-Sporadis*

Fenomena sintilasi siang hari berkaitan dengan lapisan *E-sporadis*

Oleh

D.R. Martiningrum
Pussainsa LAPAN

Sistem navigasi berbasis satelit (*Global Navigation Satellite System*, GNSS) umumnya bekerja pada frekuensi *L-band* (1-2 GHz). Operasional satelit navigasi melewati lapisan ionosfer melalui modulasi gelombang-gelombang pembawa pada frekuensi tersebut. Oleh karena itu, informasi tentang kondisi lapisan ionosfer setiap saat sangat diperlukan untuk operasional sistem navigasi berbasis satelit. Kenyataannya, pada saat-saat tertentu penjalaran sinyal-sinyal satelit mengalami gangguan yang dikenal dengan istilah sintilasi.

Ketika udara cerah pada malam hari, coba tengadahkan wajah ke langit. Akan tampak cahaya bintang berkelap-kelip akibat pergerakan dan perubahan kerapatan molekul-molekul di atmosfer Bumi. Sama halnya dengan cahaya bintang,

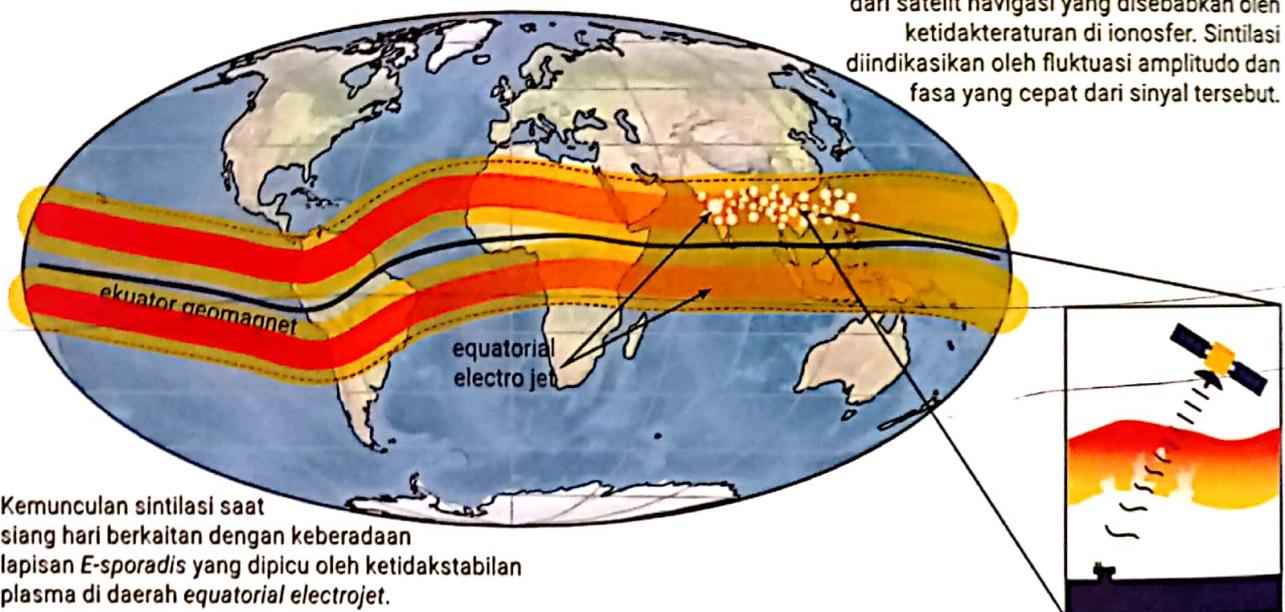
gelombang radio dari satelit akan mengalami perubahan kuat sinyal dengan cepat ketika melewati lapisan ionosfer. Perubahan kuat sinyal ini ditandai dengan perubahan amplitudo dan fase gelombang radio. Fenomena inilah yang dinamakan sintilasi. Sintilasi disebabkan oleh ketidakhomogenan kerapatan elektron, antara lain berupa ketidakstabilan plasma di lapisan F atau yang disebut *spread F*. Distorsi sinyal yang disebabkan oleh sintilasi akan menurunkan kemampuan sistem navigasi dan menyebabkan kesalahan sinyal yang diterima.

Di daerah kutub, penyebab utama sintilasi adalah *auroral particle precipitation* yang terkait dengan *substorm*. Sedang di daerah ekuator, sintilasi dapat disebabkan oleh *plasma bubble*, yaitu daerah dengan kerapatan elektron yang rendah di lapisan F. Seperti halnya *substorm*, *plasma bubble* juga dipengaruhi oleh cuaca antariksa sehingga

ditemukan lebih banyak *plasma bubble* pada saat puncak aktivitas Matahari. Sintilasi yang dapat dialami oleh satelit GPS maupun satelit telekomunikasi diindikasikan oleh nilai kandungan elektron totalnya (*total electron content*, TEC). Oleh karena itu, formasi dan evolusi dari ketidakteraturan kandungan elektron di lapisan ionosfer sangat penting untuk memahami fenomena sintilasi.

Menurut waktu kejadiannya, sintilasi dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu sintilasi siang hari dan sintilasi malam hari. Kedua jenis sintilasi tersebut berkaitan dengan dua fenomena yang berbeda di lapisan ionosfer. Tulisan ini hanya akan membahas sintilasi siang hari yang berkaitan dengan fenomena *E-sporadis* di lapisan ionosfer.

Lapisan *E-sporadis* (E_s) dapat diamati sebagai tambahan jejak pada ketinggian lapisan E ionosfer (90-120 km) yang



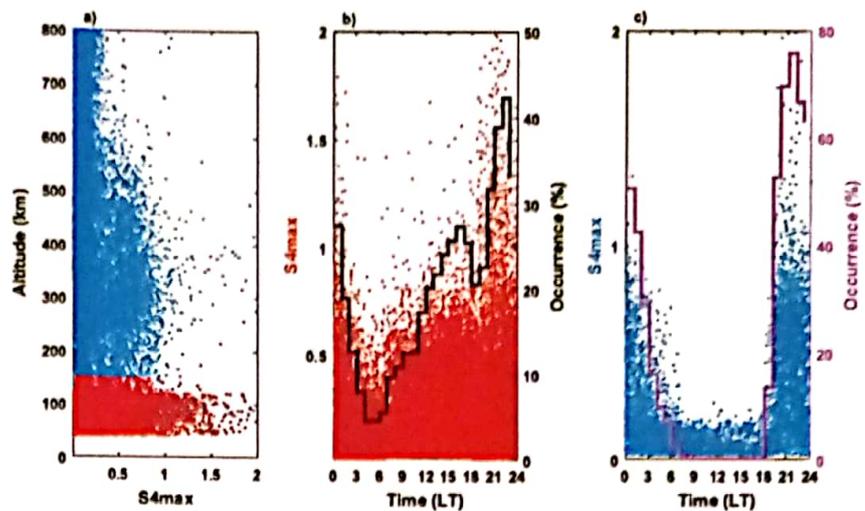
Gambar 1: Ilustrasi sintilasi sinyal *L-band* dari satelit navigasi yang disebabkan oleh ketidakteraturan di ionosfer. Sintilasi diindikasikan oleh fluktuasi amplitudo dan fasa yang cepat dari sinyal tersebut.

Kemunculan sintilasi saat siang hari berkaitan dengan keberadaan lapisan *E-sporadis* yang dipicu oleh ketidakstabilan plasma di daerah *equatorial electrojet*.

mengindikasikan adanya peningkatan kerapatan elektron. Ada 3 macam E_s berdasarkan lokasi pembentukannya, yaitu E_s lintang tengah, E_s ekuator, dan E_s auroral. Di wilayah lintang rendah, lapisan E_s umumnya terjadi pada siang hari dengan nilai frekuensi kritis lebih besar dari nilai di daerah lintang menengah. Di satu sisi, lapisan E_s dengan nilai kerapatan elektron yang tinggi akan dapat mengganggu operasional komunikasi radio HF (3-30 MHz). Namun di sisi lain, lapisan E_s juga memungkinkan komunikasi radio VHF rendah (150 MHz) dapat mencapai tempat yang sangat jauh sampai ribuan kilometer.

Bagaimana sebenarnya lapisan E_s dapat terbentuk? Pembentukan lapisan E_s pada sektor yang berbeda, memiliki mekanisme yang berbeda juga. E_s di sektor lintang rendah atau ekuator berkaitan dengan ketakstabilan plasma di daerah *equatorial electrojet* (EEJ). Arus yang terbentuk di daerah itu dipengaruhi oleh angin netral dan ion di lapisan E . Saat medan listrik cukup kecil di daerah itu, maka angin netral berupa geser angin zonal menyebabkan terjadi konvergensi ion pada ketinggian di mana gaya ke atas dan ke bawah mendekati nol. Dalam kondisi tersebut, angin dalam arah utara-selatan (meridional) akan memindahkan ion-ion menuju wilayah ekuator sehingga terbentuklah lapisan *E-sporadis* di sektor lintang rendah-ekuator. Beberapa penelitian telah mengonfirmasi hal tersebut.

Seif *et al.* (2015) telah melakukan pengamatan perbandingan antara kejadian sintilasi siang hari dengan kemunculan lapisan E sporadis. Dua set data diperoleh dari pengamatan radio okultasi satelit FORMOSAT3 dan



Gambar 2: Distribusi indeks sintilasi maksimum ($S_{4,max}$) terhadap ketinggian (kiri), $S_{4,max}$ pada ketinggian < 150 km (tengah), dan $S_{4,max}$ pada ketinggian > 150 km (kanan).

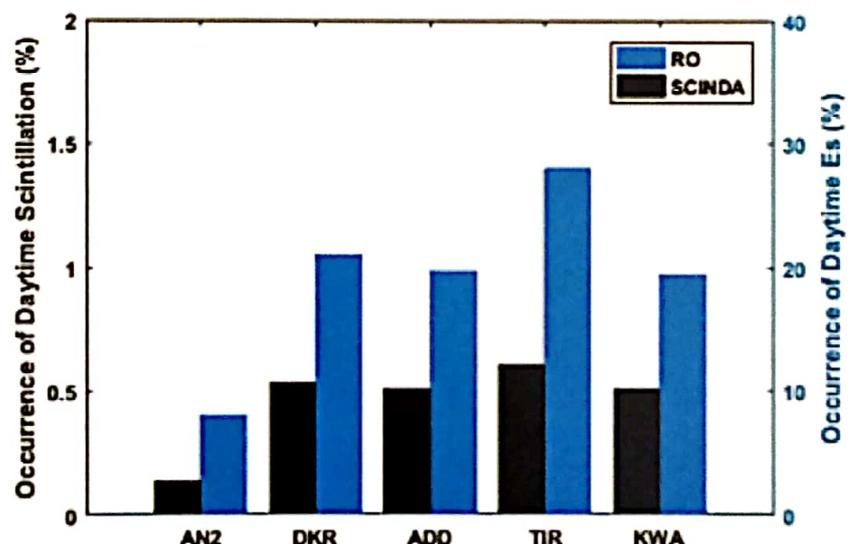
5 stasiun penerima GNSS SCINDA di Bumi. Data pertama akan mengindikasikan terbentuknya lapisan *E-sporadis*, sedangkan data kedua memberikan informasi terjadinya sintilasi. Hasilnya menunjukkan bahwa kejadian sintilasi berkaitan dengan pembentukan lapisan *E-sporadis*.

Amplitudo sintilasi maksimum mendominasi ketinggian antara 60-150 km (lapisan E). Indeks sintilasi maksimum di bawah

ketinggian 150 km lebih besar dibandingkan dengan indeks sintilasi maksimum di atas ketinggian 150 km. Sementara itu, statistik frekuensi kejadian keduanya menunjukkan bahwa ada hubungan linier antara kejadian sintilasi dan pembentukan lapisan *E-sporadis*,

Rujukan

- [1] Seif, A., Zhang, K., Tsunoda, R. T., Abdullah, M., Carter, B. A., Norman, R., Wu, S., 2015, *Characterizing Daytime GHZ Scintillation at Equatorial Regions Using GNSS Radio Occultation Measurements*, AGU Fall Meeting 2015



Gambar 3: Persentase kejadian sintilasi dan E_s siang hari.