

# Perbandingan Kejadian Spread F Tahun 1999 Di Beberapa Stasiun Ionosonda Di Indonesia

Sri Suhartini dan Sarmoko Saroso

Pusat Pemanfaatan Sains Antariksa, LAPAN

## ABSTRACT

The Equatorial Spread F occurrence in the night causes scintillation and fading on HF and satellite communications. The comparison of the occurrence of spread F in Indonesian region is studied by using vertical ionosonde data from Sumedang (6,50°S., 107,57°E) and Pameungpeuk (7.38°S., 107.26°E) and oblique ionosonde data from the transmitter in Vanimo (2,67°S., 141,33°E.), Cocos island (12,17°S., 96,92°E.) and Songkhla (7,12°N., 100,35°E.) which are received in Sumedang. The result shows that the maximum occurrence of the spread F on 1999 was on May and September and the minimum was on July and December for all location. Spread F occurrence percentages are highest for the station closer to the equator and decrease by increasing latitude. From the occurrence time, it was identified the local spread F that occur only on one station which is related with local disturbances. Spread F that their occurrence in eastward sequence is related to the sunset, while that in southward sequence indicates the south polarward movement from the equator.

## ABSTRAK

*Spread F* di ekuator yang terjadi pada malam hari menimbulkan gangguan pada komunikasi radio HF maupun komunikasi berbasis satelit berupa sintilasi dan *fading*. Penelitian ini mempelajari perbandingan kejadian *spread F* di wilayah Indonesia menggunakan data ionosonda vertikal dari Sumedang (6,50°L.S., 107,57°B.T.) dan Pameungpeuk (7.38°L.S., 107.26°B.T.) dan ionosonda *oblique* dari pemancar di Vanimo (2,67° L.S., 141,33° B.T.), Cocos island (12,17° L.S., 96,92° B.T.) dan Songkhla (7,12° L.U., 100,35° B.T.) yang diterima di Sumedang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa maksimum kejadian *spread F* tahun 1999 di semua stasiun adalah pada bulan Mei dan September, sedangkan minimumnya pada bulan Juli dan Desember. Persentase kejadian *spread F* terbesar terjadi di stasiun terdekat dengan ekuator dan semakin ke selatan semakin berkurang. Ditinjau dari waktu awal kemunculannya dikenali adanya *spread F* lokal yang hanya teramati di satu stasiun, yang berkaitan dengan gangguan lokal. *Spread F* yang kejadiannya berturut-turut dari timur ke barat berkaitan dengan waktu terbenamnya matahari, sedangkan *spread F* yang kejadiannya berturut-turut dari utara ke selatan mengindikasikan adanya pergerakan dari ekuator ke arah kutub selatan.

## 1. PENDAHULUAN

Terbenamnya matahari di ionosfer daerah ekuator dan lintang rendah disertai dengan peningkatan ketinggian lapisan F secara cepat, disebabkan oleh peningkatan medan listrik ke arah timur sebelum berbalik kembali ke arah barat. Hal ini membentuk keadaan yang memungkinkan pembangkitan ber macam-macam irregularitas plasma. Irregularitas ini teramati sebagai

penyebaran jejak di ionogram yang disebut dengan *spread F*. Geometri garis gaya medan magnet bumi yang unik di ionosfer ekuatorial dan kopingnya dengan medan listrik timur-barat menyebabkan anomali ionisasi ekuatorial (EIA : *Equatorial Ionization Anomaly*) dan *spread F* ekuatorial (ESF : *Equatorial Spread F*) (Jayachandran et al. 1997). Dalam penelitiannya Jayachandran dan kawan-kawan menggunakan data dari 4

stasiun ionosonda yang terletak antara  $0.3^\circ$  sampai  $33^\circ$  utara magnetik di India untuk mempelajari peran EIA dan proses yang berkaitan dengan kemunculan ESF. Perbandingan foF2 dan kerapatan elektron pada ketinggian 270 km antara Ahmedabad ( $33^\circ$  utara magnetik) dengan Waltair ( $20^\circ$  utara magnetik) yang meningkat pada sore hari pada saat terjadinya *spread F*, menunjukkan adanya peningkatan EIA pada sore hari. Studi tersebut juga menunjukkan bahwa di samping kuatnya anomali, lokasi *crest* juga berperan dalam pembentukan *spread F*.

Penelitian yang dilakukan Sri Suhartini dkk (2000), dengan menggunakan data ionogram vertikal dari Stasiun Pengamat Matahari dan Ionosfer LAPAN di Sumedang ( $6,50^\circ$ L.S.,  $107,57^\circ$ B.T.) telah dipelajari karakteristik *spread F* di atas Sumedang dan hasilnya menunjukkan bahwa *spread F* menyebabkan kenaikan ketinggian dan penurunan frekuensi maksimum lapisan F ionosfer. Harga TEC (Total Electron Content) juga berkurang pada saat terjadi *spread F* (Suhartini dkk., 2000). Penelitian yang dilakukan Igarashi dan Kato (1994) dengan menggunakan data dari beberapa stasiun ionosonda di Jepang yang posisinya berderet dari utara ke selatan menunjukkan bahwa kemungkinan terjadinya *spread F* sangat tergantung pada lintang stasiun.

Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik waktu pemunculan *spread F* yang diharapkan menjadi masukan bagi sistem peringatan dini gangguan komunikasi radio HF di wilayah Indonesia.

## 2. DATA DAN PENGOLAHAN

Penelitian ini menggunakan data ionogram hasil pengamatan di Stasiun Pengamat Matahari dan Ionosfer (SPMI) LAPAN di Sumedang tahun 1999, baik vertikal maupun *oblique* dan ionogram vertikal dari Stasiun Pengamat Dirgantara Pameungpeuk.

Ionogram adalah rekaman ketinggian lapisan pemantul gelombang radio di ionosfer sebagai fungsi frekuensi. Ionogram vertikal (Gambar 2-1) adalah rekaman dari gelombang radio yang dipancarkan secara vertikal dan direkam ditempat yang sama dengan tempat pemancarannya, memberikan informasi ionosfer di atas tempat tersebut. Pada ionogram *oblique* (Gambar 2-2), sinyal pantul yang direkam berasal dari pemancaran di tempat lain dan memberikan informasi ionosfer di antara tempat pemancar dan penerima.

Data *spread F* yang dipakai dalam penelitian ini dipilih sebagai berikut :

- *Spread F* malam hari, karena *spread F* sangat jarang terjadi pada siang hari.
- *Spread F* pada pantulan pertama, berarti proses pemantulan hanya dilakukan oleh ionosfer, sehingga bila terjadi *spread F* maka gangguan tersebut terjadi di ionosfer.
- Diasumsikan bahwa ionosfer merupakan lapisan mendatar dan proses pemantulan oleh ionosfer adalah pemantulan sempurna, sehingga sudut datang dan sudut pantul gelombang oleh ionosfer sama. Dengan demikian untuk ionogram *oblique* pemantulan dianggap terjadi di posisi tengah antara pemancar dan SPMI. Dengan asumsi tersebut maka data *oblique* dari pemancar di Vanimo ( $2,67^\circ$  L.S.,  $141,33^\circ$  B.T.) dianggap mewakili kondisi ionosfer di daerah sekitar laut Banda di sebelah barat daya Sulawesi, data *oblique* dari pemancar di Cocos Island ( $12,17^\circ$  L.S.,  $96,92^\circ$  B.T.) mewakili kondisi ionosfer di lautan Hindia di sebelah tenggara pulau Jawa dan data dari pemancar di Songkhla (Thailand) ( $7,12^\circ$  L.U.,  $100,35^\circ$  B.T.) mewakili kondisi ionosfer di sekitar kepulauan Riau (Gambar 2-3).

Data jumlah hari dan jumlah kejadian *spread F* setiap bulan di setiap

stasiun diberikan dalam Tabel 2-1. Dalam Tabel 2-1 sampai Tabel 2-4, untuk data-data ionogram *oblique* disebutkan nama lokasi titik tengah

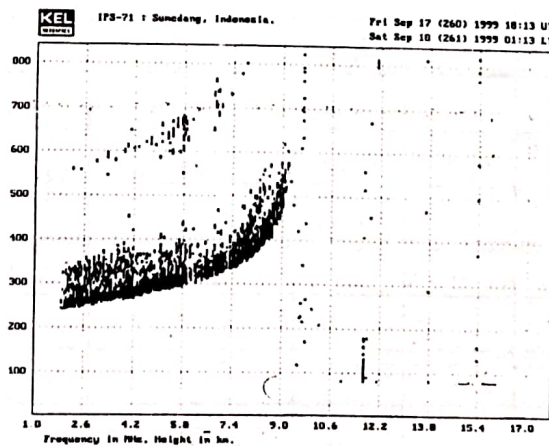
antara stasiun pemancar dengan Sumedang yaitu Laut Banda untuk Vanimo, Lautan Hindia untuk Cocos Island, dan Riau untuk Songkhla.

Tabel 2-1 : DATA JUMLAH HARI DAN JUMLAH KEJADIAN SPREAD F TAHUN 1999

Bulan	Laut Banda		Pameungpeuk		Sumedang		Lautan Hindia		Riau	
	Data	Spread F	Data	Spread F	Data	Spread F	Data	Spread F	Data	Spread F
Januari										
Februari	9	5	25	19	24	6			16	12
Maret										
April					15	2	15	6		
Mei			23	19	12	4	12	2	10	6
Juni			22	8	20	4	19	3	19	5
Juli					11	4	9	0	10	3
Agustus					21	5	15	1	17	8
September	17	9			17	8	17	6	11	8
Oktober	28	9			30	6	23	3	23	14
Nopember	29	5			30	3	29	1	29	8
Desember	11	1			11	0	11	0	8	2

Persentase kejadian *spread F* dari setiap stasiun selama tahun 1999 digambarkan untuk mendapatkan

perbandingan kejadian *spread F* dari stasiun-stasiun tersebut dan hasilnya ditunjukkan pada Gambar 2-4.



Gambar 2-1: Spread F pada ionogram vertikal

Untuk melihat hubungan kejadian *spread F* antara stasiun-stasiun yang diteliti, telah dilakukan pemisahan

antara *spread F* yang hanya terjadi di satu stasiun pada saat yang bersamaan dan *spread F* yang kejadiannya ber-

urutan dari timur ke barat dan dari utara ke selatan. Kejadian *spread F* yang berurutan dari timur ke barat diberikan pada Tabel 2-2, dari utara ke selatan pada Tabel 2-3 dan jumlah masing-masing kejadian pada Tabel 2-4. Selain itu terdapat pula *spread F* yang teramati

di lebih dari satu stasiun tetapi tidak dapat dikelompokkan dalam Tabel 2-2 maupun Tabel 2-3 karena waktu pemunculannya tidak menunjukkan urutan utara-selatan ataupun timur-barat.

Tabel 2-2 : WAKTU AWAL KEJADIAN SPREAD F TAHUN 1999 YANG BERURUTAN DARI TIMUR KE BARAT DAN SELISIH WAKTU AWAL KEJADIANNYA

Tanggal	Laut Banda	Sumedang	Lautan Hindia	Riau	Selisih waktu		
	Pukul WIB	Pukul WIB	Pukul WIB	Pukul WIB	Laut Banda-Sumedang	Laut Banda-Lautan Hindia	Laut Banda-Riau
<b>September</b>							
17	19:48	22:43	22:10		2 jam 55 menit	2jam 22 menit	
21	17:48		21:10	21:06		3 jam 22 menit	3 jam 18 menit
22/23	22:03	0:13		21:06	2 jam 10 menit		
23	18:33			21:06			2 jam 33 menit
24	17:18	19:28		19:36	2 jam 10 menit		2 jam 18 menit
25	17:48	19:13		19:06	1 jam 25 menit		1 jam 18 menit
26	18:18	21:58	22:10		3 jam 40 menit	3 jam 52 menit	
<b>Oktober</b>							
1	17:18			19:36			2 jam 18 menit
3	18:03			21:06			3 jam 3 menit
6	17:18	19:43	20:10	19:06	2 jam 25 menit	2 jam 52 menit	1 jam 48 menit
8	17:18			18:06			48 menit
9	21:48	22:28			40 menit		
<b>November</b>							
6	18:48	19:28		19:06	40 menit		18 menit

Tabel 2-3 : WAKTU AWAL KEJADIAN SPREAD F TAHUN 1999 YANG BERURUTAN DARI UTARA KE SELATAN DAN SELISIH WAKTU AWAL KEJADIANNYA

Tanggal	Riau	Sumedang	Pameung- peuk	Lautan Hindia	Selisih Waktu		
	Pukul	Pukul	Pukul	Pukul	Riau-Sumedang	Riau- Pameung peuk	Riau- Lautan Hindia
	WIB	WIB	WIB	WIB			
<b>Februari</b>							
12	20:36	21:29			53 menit		
16	20:06	20:59			53 menit		
17	0:06		1:15			1 jam 9 menit	
18	0:06		0:15			9 menit	
21	0:36		0:15				
21	20:06	21:29	22:45		1 jam 23 menit	2 jam 39 menit	
22	20:06	21:59			1 jam 53 menit		
<b>Mei</b>							
20	22:06	22:28			22 menit		
22	21:36		22:30			54 menit	
26	20:36	22:58			2 jam 22 menit		
28/29	23:06	0:13		0:40			
<b>Juni</b>							
4	20:06	20:58		21:10	52 menit		1 jam 4 menit
12	20:06	20:43			37 menit		
14	0:06		1:30			1 jam 24 menit	
<b>Juli</b>							
20	0:06	0:13			7 menit		
<b>Agustus</b>							
6	20:06	21:43			1 jam 37 menit		
17	22:06	22:28			22 menit		
<b>Oktober</b>							
4	19:36	21:58		22:10	2 jam 22 menit		2 jam 34 menit
5	17:06	19:58			2 jam 52 menit		
6	19:06	19:43		20:10	37 menit		1 jam 4 menit
19	20:06	22:28			2 jam 22 menit		
<b>Nopember</b>							
28	21:36	23:58		22:40	2 jam 22 menit		1 jam 4 menit

TABEL 2-4 : JUMLAH DAN PERSENTASE KEJADIAN SPREAD F LOKAL, BERURUTAN TIMUR-BARAT, BERURUTAN UTARA-SELATAN TAHUN 1999

Titik Ionosfer	Spread F	Lokal		Timur-Barat		Utara-Selatan	
		Kejadian	%	Kejadian	%	Kejadian	%
Laut Banda	29	15	51,7%	13	44,8%		
Pameungpeuk	46	8	17,4%			6	13,0%
Sumedang	39	7	17,9%	8	20,5%	17	43,6%
Laut Hindia	17	1	5,9%	4	23,5%	5	29,4%
Riau	72	21	29,2%	10	13,9%	22	30,6%

### 3. PEMBAHASAN

Dari data yang diolah ternyata *spread F* terjadi cukup banyak pada tahun 1999 dengan persentase kejadian tertinggi terjadi di Pameungpeuk pada bulan Mei (83%) dan Riau pada bulan September (73%). Bila dibandingkan dengan hasil pengolahan data untuk tahun 1998, dengan persentase kejadian maksimum antara bulan Maret sampai Agustus sebesar 60%, hal ini menunjukkan pengaruh aktivitas matahari pada kejadian *spread F*. Pada tahun 1998 dan 1999 aktivitas matahari sedang menuju puncak aktivitasnya yang terjadi pada tahun 2000. Peningkatan aktivitas matahari ternyata juga meningkatkan kejadian *spread F* di Indonesia.

Persentase kejadian *spread F* di 5 lokasi di Indonesia pada Gambar 2-4 menunjukkan bahwa puncak kejadian *spread F* terjadi pada bulan Mei dan September dengan jumlah kejadian terbesar pada bulan September. Tingginya kejadian *spread F* pada bulan September berkaitan dengan posisi matahari yang berada di atas ekuator geografis menuju ke belahan bumi selatan, tempat semua lokasi pengamatan berada. Kejadian *spread F* minimum teramati pada bulan Juli, saat matahari berada di belahan bumi utara pada posisi terjauhnya dari ekuator

geografis, sedangkan minimum kedua tampaknya terjadi sekitar bulan Desember saat matahari berada di belahan bumi selatan, juga pada posisi terjauhnya dari ekuator. Gambar 2-4 juga memperlihatkan bahwa persentase kejadian *spread F* terbesar terjadi di lokasi pengamatan paling utara (Riau) dan berkurang berturut-turut ke selatan (Laut Banda, Sumedang, dan Lautan Hindia), kecuali Pameungpeuk. Keadaan ini memberikan indikasi bahwa di daerah-daerah dekat ekuator geografis irregularitas plasma lebih besar dibandingkan di daerah dengan lintang lebih tinggi.

Analisis lebih lanjut dilakukan dengan mempelajari kejadian *spread F* disatu lokasi pengamatan dan membandingkannya dengan kejadian di lokasi lain. Hasilnya menunjukkan bahwa ada *spread F* yang terjadi secara lokal, artinya hanya terjadi disatu lokasi pengamatan pada saat yang bersamaan. *Spread F* lokal ini diduga terjadi karena adanya gangguan yang merambat dari bawah ke atas sampai ke lapisan ionosfer tetapi tidak mencakup daerah yang luas, seperti adanya "gelembung" partikel bermuatan yang bergerak ke atas dan menimbulkan ketidakstabilan di lapisan F ionosfer (Kelley, 1992). Persentase kejadian *spread F* lokal terbesar terjadi di atas laut Banda

(57,1%) diikuti berturut-turut Kepulauan Riau, Sumedang, Pameungpeuk, dan Lautan Hindia. Kejadian *spread F* lain adalah yang awal kemunculannya berurutan dari timur ke barat. Kejadian ini dilihat dari kemunculan *spread F* di Laut Banda yang diikuti kejadian di stasiun-stasiun lain. Hal ini dapat dikaitkan dengan pergerakan relatif matahari dari timur ke barat. Pada saat matahari terbenam terjadi peningkatan medan listrik yang menyebabkan irregularitas plasma di ionosfer teramati sebagai *spread F*. Saat terbenamnya matahari yang bergerak dari timur ke barat menyebabkan terjadinya *spread F* yang juga berurutan dari timur ke barat. Dari Tabel 2-2 dapat diketahui bahwa kejadian *spread F* yang berurutan dari timur ke barat pada umumnya terjadi mulai sekitar saat terbenamnya matahari di lokasi pengamatan. Pukul 17:00 WIB berarti pukul 18:00 WITA yang mendekati waktu terbenam matahari di lokasi pengamatan Laut Banda. Selisih waktu kejadian *spread F* di Laut Banda dengan stasiun-stasiun lainnya adalah antara 40 menit sampai hampir 4 jam dengan selisih waktu terbanyak sekitar 2,5 jam.

Kondisi lain yang teramati adalah adanya *spread F* berurutan dari utara ke selatan, yang diamati dari kejadian *spread F* di Riau dengan stasiun-stasiun lainnya yang berada lebih ke selatan (Sumedang, Pameungpeuk, dan Lautan Hindia). *Spread F* yang berurutan dari utara ke selatan ini umumnya awal kejadiannya di atas pukul 20:00 sampai setelah tengah malam waktu lokal dengan selisih waktu kejadian terbanyak antara 0,5-1 jam. Fenomena ini memberikan indikasi adanya pergerakan gangguan dari utara ke selatan.

#### 4. KESIMPULAN

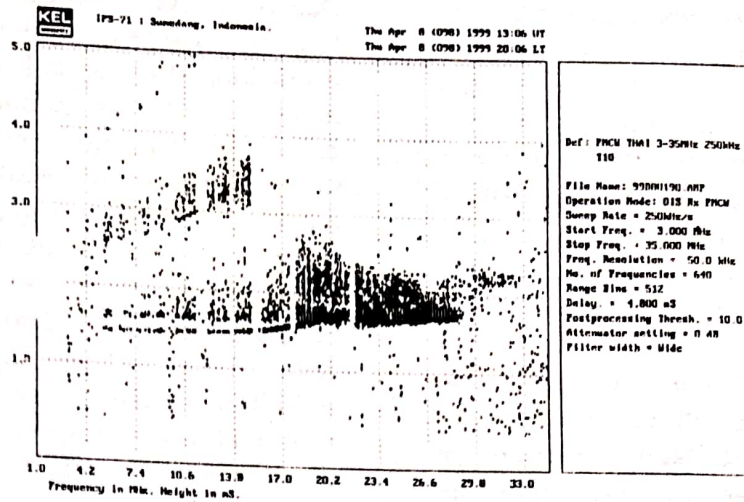
Pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan terhadap data ionosfer tahun 1999 dari 5 stasiun pengamatan, yaitu Sumedang dan Pameungpeuk untuk ionogram vertikal dan antara

Vanimo-Sumedang (titik tengah di Laut Banda), Cocos Island-Sumedang (titik tengah di Lautan Hindia) dan Songkhla-Sumedang (titik tengah di Riau) untuk ionogram oblique dapat disimpulkan bahwa peningkatan aktivitas matahari juga meningkatkan kejadian *spread F* di Indonesia. Persentase kejadian *spread F* ternyata paling banyak terjadi di Riau, dan semakin ke selatan semakin berkurang. Puncak kejadian yang terjadi pada bulan Mei dan September berkaitan dengan posisi matahari di sekitar ekuator geografis dan minimum kejadian terjadi pada bulan-bulan saat posisi matahari paling jauh dari ekuator, yaitu bulan Juli dan Desember.

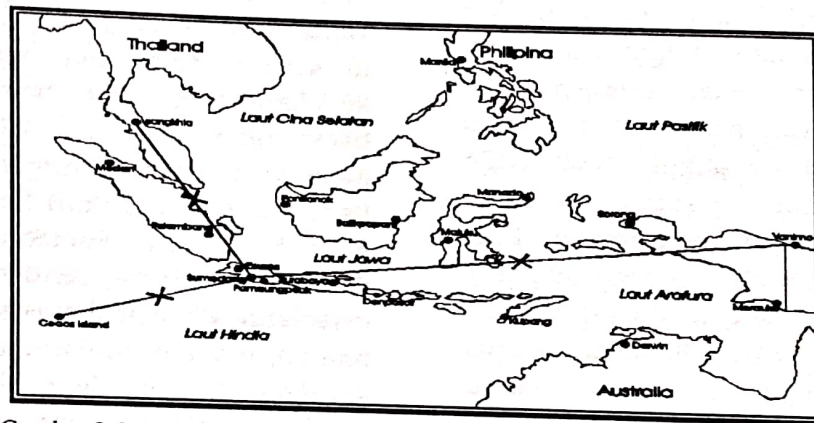
Ditinjau dari waktu kejadian dikenali ada 3 macam kejadian *spread F* yaitu *spread F* lokal yang hanya teramati di satu stasiun saja, *spread F* yang kejadiannya berturut-turut dari timur ke barat yang umumnya awal terjadinya pada waktu terbenamnya matahari di Laut Banda dan diikuti kejadian *spread F* di Sumedang, Pameungpeuk, Riau, dan Lautan Hindia, serta *spread F* yang kejadiannya berturut-turut dari utara ke selatan, teramati mulai dari Riau diikuti kejadian di Sumedang, Pameungpeuk dan Lautan Hindia, yang umumnya awal kejadiannya setelah pukul 20:00 waktu setempat.

#### DAFTAR RUJUKAN

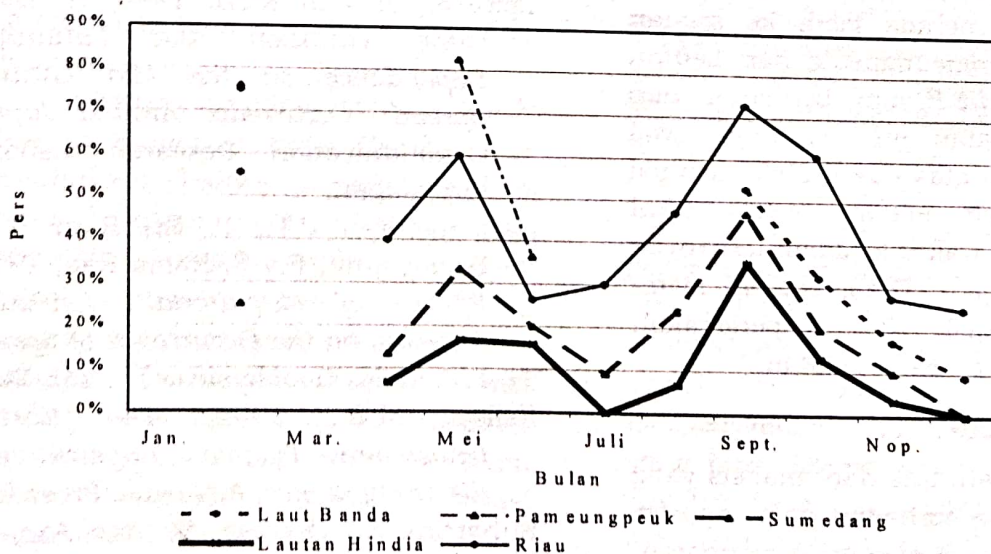
- Igarashi, K. dan Kato, 1994, H. *Solar Cycle Variation and Latitudinal Dependence on the Mid Latitude Spread Occurrence Around Japan*, Communication Research Laboratory, Japan.
- Jayachandran P.T., P. Sri Ram, V.V. Somayajulu, P.V.S. Rama Rao, 1997, *Effect of Equatorial Ionization Anomaly on the Occurrence of Spread F*, *Annales Geophysicae* 15, 255-262.
- Kelley, M.C., 1992, *The Earth's Ionosphere Plasma Physics and Electrodynamics*, Academic Press Inc.
- Suhartini, S., Saroso, S., dan Asnawi, 2001, *Karakteristik spread F di atas Sumedang*, *Majalah LAPAN*, Vol.3 No.2, hal. 8-17.



Gambar 2-2: Spread F pada ionogram oblique



Gambar 2-3: Peta lokasi pemancar oblique (Vanimo, Cocos Island, dan Songkhla) dan lokasi penerima oblique dan vertikal (Sumedang dan Pameungpeuk). Tanda x menunjukkan titik tengah Vanimo – Sumedang (laut Banda), Cocos Island – Sumedang (lautan Hindia) dan Songkhla – Sumedang (Riau)



Gambar 2-4 : Plot persentase kejadian *spread F* tahun 1999 dari 5 stasiun pengamatan