

# FENOMENA COUNTER EEJ DAN EFEKNYA TERHADAP MEDAN MAGNET BUMI DI BIAK

Rustam Effendi\*), Wilson Sinambela \*), Mamat Ruhimat\*)  
Gatot Wikanto\*\*), S.G. Suryadi\*)

## RINGKASAN

Hasil penelitian pengaruh Counter Equatorial Electro Jet (EEJ) terhadap medan magnet bumi arah horizontal di Stasiun Pengamat Dirgantara Biak ( $\varphi = 12,02^\circ S$ ) pada kondisi aktivitas matahari minimal ( $R=5,85$ ); tanggal 8 September 1993 menunjukkan depresi medan magnet arah horizontal sebesar 14,11 nT; Sedangkan pada kondisi matahari aktif ( $R=127,4$ ); tanggal 3 Juli 1992 menunjukkan depresi sebesar 1,36 nT. Pengaruh counter EEJ di SPD Biak dengan acuan SPD Watukosek ( $\varphi=18,43^\circ S$ ) dengan batas rentang gangguan 1,36 nT sampai 14,11 nT ini, adalah wajar mengingat untuk Stasiun Huancayo ( $\varphi=12^\circ S$ ), bulan Oktober 1982 hanya mencapai 8 nT, sedangkan Desember mencapai 5 nT.

## 1. PENDAHULUAN

Fenomena terjadinya counter EEJ atau counter electro jets (CEJ) dan efeknya terhadap medan magnetik bumi arah horizontal SPD Biak perlu diteliti dengan intensif untuk mendapatkan rentang dari gangguannya. Gejala CEJ adalah gejala membalikannya arah Equatorial Electro Jet (EEJ) dari barat ke timur menjadi arah timur ke barat di daerah equatorial di atas dip equator. Dampak temporer yang terjadi pada lapisan ionosfer dengan adanya CEJ menurut Rastogi (1978) adalah sebagai berikut :

- Menghilangnya lapisan E sporadis

\*) Peneliti Bidang Matahari dan Lingkungan Antariksa

\*\*) Peneliti Bidang Dinamika Ionosfer

- Membaliknya arah kecepatan driff elektron daerah E lapisan ionosfer.

Dipermukaan bumi hasil pengamatan medan magnet bumi komponen H (arah horizontal) mengalami penurunan (depressi) hanya terhadap medan magnet bumi komponen H arah horizontal stasiun acuan.

Penelitian pengaruh CEJ pada hasil pengamatan medan magnet bumi komponen H di SPD Biak mempergunakan stasiun acuan SPD Watukosek mengingat SPD Watukosek tidak termasuk stasiun yang dipengaruhi CEJ maupun EEJ, karena posisi geografinya yang berada di luar dip equator.

Fenomena umumnya dari waktu terjadinya CEJ, sebagai ketergantungan dengan fenomena alam lainnya adalah sebagai berikut :

Terjadinya fenomena CEJ terbesar ada-lah pada saat sunspot minimum dan aktivitas magnetik sangat rendah (Stening R.J; 1990; Hulton; Oyinlay; 1970). Pengamatan ini dilakukan di Stasiun Ibadan dan Zoria Nigeria. Hasil pengamatan di stasiun pengamat Trivadrum menunjukkan :  
Kejadian CEJ terbesar sekitar bulan baru terbit dan sekitar bulan purnama (Sastri; Jayakarta, 1972).

Gouin (1962) berdasarkan pengamatannya di Addis Abeba; Juga Gouin dan Mayaud (1967) mengemukakan CEJ lebih banyak teramati pada pagi hari 07.00 LT dan pada sore hari 15.00 LT. Meskipun demikian Stening (1992) mengemukakan keadaan ekstrim dapat juga terjadi sekitar pukul 10.00 LT dan pukul 12.00 LT, bahkan Mayaud (1977) menyatakan CEJ dapat terjadi setiap waktu atau pada saat siang hari.

## 2. TINJAUAN

### 2.1 Sifat-sifat CEJ

Fenomena harian CEJ sering dikelompokkan dalam 2 kelompok kejadian, yaitu pagi dan sore hari, di mana kedua kejadian ini memiliki karakteristik yang berbeda, sebagai contoh :  
Stasiun Pengamat Huancayo ( $120^{\circ}$  S;  $285^{\circ}$  E) Peru; CEJ sore hari lebih dominan terjadi pada musim panas (Desember sampai Maret), sedangkan CEJ pagi hari sering terjadi pada musim dingin.

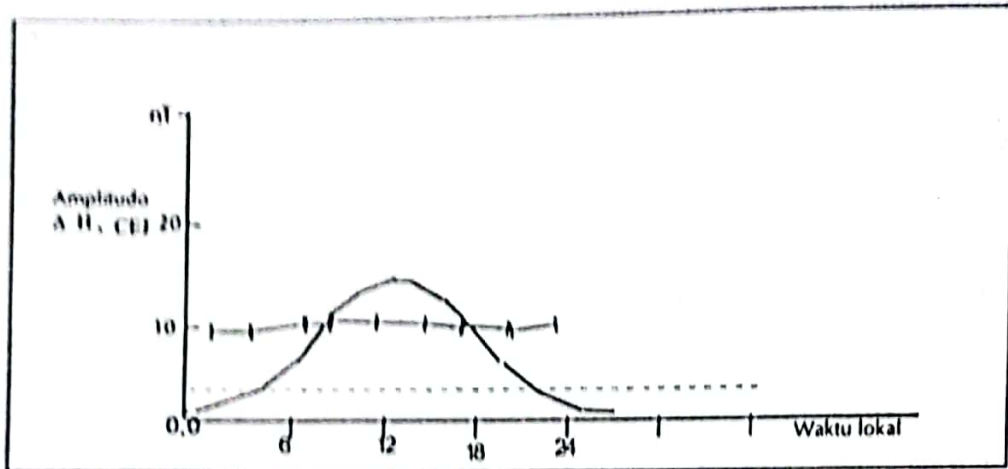
### 2.2 Efek pasang surut bulan dan variasi musiman

Rastogi (1975) dalam tulisannya, menjelaskan peristiwa CEJ pagi hari dan sore sering terjadi pada fase-fase tertentu dari bulan (R.J.; 1990) meskipun amplitudo efek geomagnetik bulan sering terbesar menjelang sore hari seperti terlihat pada gambar 2.1.

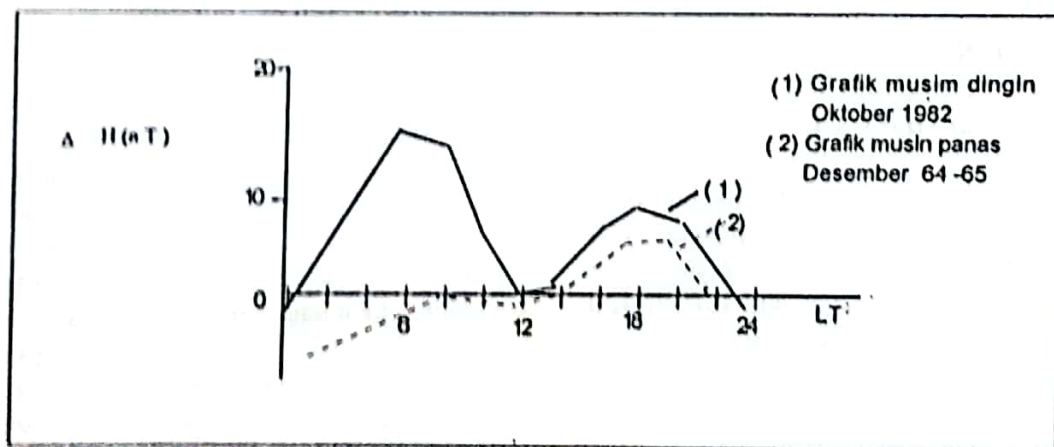
Efek musiman pada CEJ memberikan pengaruh pada musim dingin di stasiun Huancayo Peru tercatat pengaruh maksimum pada CEJ yaitu pada pagi hari, sedangkan pada musim panas (Desember 1964 sampai 1965) pengaruh terbesar terjadi pada sore hari, seperti terlihat pada gambar 2.2. Pada bulan Oktober 1982 (musim dingin) di Huancayo,  $\Delta H$  CEJ mencapai sekitar 8 sampai 9 nT. Sedangkan pada bulan Desember 1964 sampai 1965 (musim panas) efek  $\Delta H$  CEJ mencapai sekitar 5 nT pada sore hari.

### 2.3 Pengaruh siklus matahari

Hutton dan Oyinlaye (1970) menggambarkan pengaruh sunspot minimum pada CEJ dari hasil pengamatan pada Stasiun Pengamat Nigeria fenomena terbesar dari CEJ terjadi pada kondisi bilangan sunspot minimal, dan pada kondisi bulan baru dan bulan penuh. Hal ini dikaitkan dengan perubahan respon lapisan F<sub>2</sub> ionosfer dan menghilangnya lapisan E Sporadis.



Gambar 2.1 : AMPLITUDO  $\Delta H$  (nT) SEBAGAI FUNGSI WAKTU LOKAL. SEDANGKAN GARIS DENGAN TITIK-TITIK VARIASI DARI  $\Delta H$  (nT) DARI PENGARUH PASANG SURUT BULAN, MAKSIMUM PADA PUKUL 4 - 6 WAKTU LOKAL. GAMBAR INI PADA KONDISI SUNSPOT MINIMUM DI STASIUN HUANCAYO, PERU



Gambar 2.2 : EFEK MUSIM PANAS DAN MUSIM DINGIN PADA  $\Delta H$  (nT), CEJ GRAFIK TERPUTUS-PUTUS PADA MUSIM PANAS (DESEMBER 1964-1965). DAN GRAFIK MUSIM DINGIN OKTOBER 1982 DI HUANCAYO, PERU.

### 3.2 Sistem gelombang simetri

Dari perhitungan - perhitungan dinamika ionosfer yang dilakukan para peneliti, telah dibuat model CEJ sore hari. Kesulitan model gelombang simetri adalah memperhitungkan faktor lintang dan bujur sebagai persyaratan lokal terjadinya CEJ, meskipun kedudukan lintang geografi dan geomagnet suatu stasiun pengamatan. Model ini juga sering diperbaiki atau dirubah jika terjadi perubahan amplitudo atau penurunan amplitudo gelombang tidal selama selang waktu 24 jam.

### 3.3 Sistem gelombang anti simetri

Bentuk gelombang pasang surut anti simetri setengah harian telah dimasukkan ke dalam simulasi dinamo (simulasi dinamika ionosfer) dan efeknya telah diteliti oleh *Stemming* (1989). Kesimpulan R.J. *Stemming* dari hasil pengamatannya selama hampir setahun mengatakan pola 1/2 harian gelombang tidal anti simetri adalah dominan dengan terbentuknya CEJ.

Dalam model ini perhitungan letak lintang geografik dan geomagnetik tidak termasuk dalam sirkuit ekuivalen yang dibuatnya. Dari sistem gelombang anti simetri ini dihasilkan beberapa perilaku CEJ, antara lain :

1. Kekuatan arus pada sisi elektro jets sangat rendah.
2. Karena perbedaan ekuator geografik dan ekuator magnetik, maka dapat terjadi suatu arus berlawanan pada suatu lokasi, tetapi pada sisi lainnya dapat terjadi suatu penguatan.

3. Arus-arus utara selatan memiliki arah yang sama di daerah lintang tengah antara belahan bumi utara dan selatan.
4. Arus timur barat pada lintang tengah memiliki arah berlawanan pada kedua belahan bumi, juga telah teramati pada beberapa peristiwa CEJ.

Keempat perilaku arus di atas, baik secara terpisah maupun secara menyeluruh dapat menerangkan hampir sebagian besar dari event-event CEJ.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN MEDAN MAGNETIK HORIZONTAL SPD BIAK DAN WATUKOSEK

Hasil pengamatan medan magnetik arah horizontal, total medan magnetik arah utara selatan - timur barat yang dilakukan secara simultan di SPD Biak dan SPD Watukosek dapat memberikan indikasi apakah terjadi event CEJ atau tidak di SPD Biak. Jika  $\Delta H$  antara SPD Biak dan Watukosek negatif disimpulkan terjadi CEJ, Jika  $\Delta H$  positif maka disimpulkan terjadi EEJ dan jika  $\Delta H = 0$  tidak terjadi CEJ maupun EEJ.

Kesimpulan terjadinya CEJ jika  $\Delta H$  antara SPD Biak dan Watukosek ini negatif, juga disarankan didukung oleh hasil pengamatan fenomena lainnya di ionosfer, seperti menghilangnya lapisan  $E_s$  masuk ke lapisan  $F_1$ ; kondisi Sunspot minimal; pada penanggalan bulan baru dan bulan penuh atau bulan purnama.

#### 2.4 Hubungan CEJ dengan lenyapnya $E_s$

Fambitakoye (1973) mengambarkan bagaimana menghilangnya lapisan E Sporadis equatorial selama terjadinya CEJ parsial. Kriteria menghilangnya  $E_s$  ditunjukkan oleh berkurangnya  $\Delta H$  pada Stasiun equatorial terhadap stasiun terdekat di luar equator (dip equator).

Rastogi (1975) menggambarkan selama terjadi CEJ parsial, terdapat 2 arus mengalir pada equator magnetik, yaitu arus menuju ke timur pada ketinggian sekitar 107 km dan arus menuju ke barat pada ketinggian sekitar 100 km. Yang merupakan tempat terjadinya  $E_s$  Dampak dari 2 arus berlawanan ini akan terjadi gradien perubahan kontras elektron yang menghasilkan medan listrik arah vertikal. Medan listrik arah vertikal ini menghasilkan gaya Coulomb yang mendorong lapisan E sporadis ke lapisan atas (lapisan  $F_1$ ).

#### 2.5 Pengaruh CEJ pada frekuensi kritis $f_oF_2$ lapisan $F_2$ Ionosfer

Rastogi dan Patil (1984) memperlihatkan bagaimana frekuensi kritis  $f_oF_2$  daerah  $F_2$  bereaksi terhadap perubahan medan listrik di dip-equator. Kenaikan CEJ pada pagi hari dan penurunannya pada sore hari memberikan perubahan berlawanan pada harga  $f_oF_2$  pada Stasiun Bugota ( $12,4^\circ$  dip-equator) kenaikan  $f_oF_2$  sore hari disebabkan kenaikan CEJ pada pagi hari dengan *delay* waktu sekitar 3 jam. Ketinggian maksimum lapisan  $F_2$  di

daerah equator juga menurun pada saat terjadinya CEJ dibandingkan dengan hari-hari normal tanpa CEJ.

### 3. BEBERAPA TEORI CEJ

Dasar teori terjadinya fenomena CEJ menurut Stenning (1990) dikembangkan dari 3 model yang berbeda yaitu :

1. Sistem angin lokal
2. Sistem gelombang simetri
3. Sistem gelombang anti simetri

#### 3.1 Sistem angin lokal

Karena fenomena CEJ sering muncul terbatas pada daerah equatorial dan dibatasi oleh interval bujur, maka para pengamat berpendapat hanya sistem angin lokal yang merupakan sumber terjadinya CEJ.

Raghavarao dan Anandarao (1980) mengemukakan angin vertikal dapat membangkitkan CEJ dengan kecepatan angin sekitar 20 m/s pada ketinggian 106 km di atas Thumba (India), membuat profil  $\Delta H$  sebagai fungsi dari lintang menurun di bawah nol (negatif) dan kembali keharga normal nya pada sekitar  $\pm 4^\circ$ . Hasil ini sama dengan yang pernah diukur oleh Fambitakoye et al dan D.C. Fritts (1990), periode gelombang angin vertikal harus kurang dari 1 jam, yang tidak menimbulkan CEJ. Juga Hines C.O. (1960) menambahkan perbandingan amplitudo kecepatan vertikal dengan kecepatan horizontal yang kurang dari 1/20 tidak relevan dengan terjadinya CEJ.

Tabel 4.1 : DATA GANGGUAN CEJ TERHADAP MEDAN MAGNETIK ARAH HORIZONTAL DAN BILANGAN SUNSPOT R.

TANGGAL	GANGGUAN CEJ $\Delta H$ (nT)	BILANGAN SUNSPOT WATUKOSEK
03-07-1992	-1,36	127,4
21-10-1992	-3,45	141,96
24-02-1993	-4,06	92,43
16-06-1993	-2,37	15,60
17-06-1993	-7,45	19,11
08-09-1993	-14,11	5,85

Dari tabel data tersebut pada kondisi sunspot minimal R(5,85) depresi medan magnetik arah horizontal di stasiun Biak berada 14,11 nT di bawah harga medan magnetik arah horizontal di stasiun Watukosek. Hasil yang diperoleh ini sesuai dengan teori-teori pendekatan yang diperoleh dari literatur, karena SPD Biak memiliki kedudukan lintang yang relatif sama dengan *stasiun Huancayo* (Peru) yang dipengaruhi oleh CEJ.

Untuk lebih mengukuhkan kesimpulan bahwa pada tanggal 08 September 1993 ini benar terjadi CEJ pada stasiun Biak dengan tingkatan gangguan sebesar  $\Delta H = -14,11$  nT, telah didukung oleh fenomena di mana terjadi perubahan arah kecepatan drift elektron lapisan E pada bulan September 1993 (data dari *PUSPITEK-Indonesia MWR/BLR Observations*).

## 5. KESIMPULAN

Dari program penelitian ini disimpulkan adanya gangguan CEJ di SPD Biak, pada kondisi sunspot minimal gangguan CEJ pada medan magnetik

arah horizontal ini dapat mencapai lebih dari 14 nT pada kondisi bilangan sunspot relatif tinggi, dan ini menurun hingga di bawah 5 nT. Penelitian ini dapat dipergunakan untuk :

1. Mengontrol variasi hasil pengamatan medan magnetik arah horizontal di SPD Biak.
2. Mengontrol pengamatan kecepatan drift lapisan E Ionosfer.
3. Mengontrol lenyapnya lapisan E sporadis ionosfer.
4. Mengontrol perubahan frekuensi kritis lapisan F<sub>2</sub> ionosfer.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Bitten Court J.A. et al., 1990. *Ionospheric and Thermospheric Studies*. Pergamon Press, Tokyo.
2. Fambitakoye O., Mayaud P.N., 1975. *Equatorial Electrojet and Regular daily Variation SR-IV Special feature in Particular days*. Journal Atmospheric and Terrestrial Physics, no. 38, 123.
3. Hines C.O., 1960. *Internal Atmospheric Gravity Wave at Ionospheric Height*, Can. J. Phys., no. 38, hal 1441.
4. Rastogy R.G., Patil A., 1989. *Equatorial Counter Electrojet and The F2 Layer of the Ionospheric*. Journal Atmospheric and Terrestrial Physics, no. 51, 139.

5. Rastogy R.G., 1989. *The Equatorial Electrojet Magnetic and Ionospheric Effects*. Academic Press Limited, London, hal. 482.
6. Stenning R.J., 1990. *The Enigma of The Counter Equatorial Electro Jet and Lunar Tidal Influences in the Equatorial Region*. Pergamon Press, Tokyo.

--- o0o ---