

PENGARUH EEJ PADA MEDAN MAGNET BUMI ARAH HORIZONTAL DI STASIUN PENGAMAT DIRGANTARA BIAK DAN WATUKOSEK

Rustam Effendi*), S.L. Manurung*), Wilson Sinambela*)
Mamat Ruhimat*), Eddy Indra Satria*)

RINGKASAN

Hasil penelitian pengaruh Equatorial Electro Jet (EEJ) pada medan magnet bumi arah horizontal di Stasiun Pengamat Dirgantara Biak ($\varphi = 12.02^\circ S$) menunjukkan variasi sekitar 11.61 nT dengan gangguan terbesar mencapai 23.95 nT. Disamping gangguan dari pengaruh EEJ, terdapat juga gangguan dari Counter EEJ yang dapat menekan medan magnet bumi arah horizontal Stasiun Biak sebesar 14.11 nT, lebih kecil dari pada di Stasiun Watukosek ($\varphi = 18.43^\circ S$).

Hasil yang diperoleh tidak jauh berbeda dengan penelitian di Stasiun-stasiun ekuator belahan bumi utara antara Trivandrum ($\varphi = 8.5^\circ U$) dan Alibag yaitu sekitar 20 nT.

1. PENDAHULUAN

Penelitian pengaruh Equatorial Electro Jet (EEJ) terhadap variasi medan magnet bumi arah horizontal (komponen H) di stasiun-stasiun pengamatan medan magnet bumi pada zona equatorial (Nicolet, 1957) antara $20^\circ S$ dan $20^\circ U$ lintang magnet bumi telah banyak dilakukan, misalnya di Huancayo ($\varphi = 6^\circ U$) yang mengacu pada Stasiun Fuquene ($\varphi = 14^\circ U$), Kodaikanal ($\varphi = 3^\circ U$) yang mengacu pada stasiun Alibag (Rastogi, 1977). Penelitian-penelitian yang telah dilakukan umumnya di stasiun-stasiun equatorial belahan bumi utara,

misalnya Ikeja ($\varphi = 6.6^\circ U$); Ibadan ($\varphi = 7.4^\circ U$); Ogbomosho ($\varphi = 8.1^\circ U$); Jebba ($\varphi = 9.1^\circ U$); Soforami ($\varphi = 9.9^\circ U$); Kaboji ($\varphi = 10.2^\circ U$); Kontagora ($\varphi = 10.4^\circ U$); Zaria ($\varphi = 11.1^\circ U$); Gusau ($\varphi = 12.2^\circ U$); Sokoto ($13.1^\circ U$) dan Ilela ($13.7^\circ U$), sedangkan penelitian pengaruh EEJ pada medan magnet bumi arah horizontal di stasiun-stasiun pengamatan belahan bumi selatan, khususnya di stasiun Biak ($\varphi = 12.02^\circ S$) dengan stasiun acuannya Watukosek ($\varphi = 18.43^\circ S$) belum pernah dilakukan. Pentingnya penelitian pengaruh EEJ pada medan magnet bumi arah horizontal, hasilnya dapat dimanfaatkan untuk beberapa hal, antara lain :

*) Peneliti Bidang Matahari dan Lingkungan Antariksa

1. Untuk mengontrol hasil pengamatan komponen medan magnet horisontal arah barat-timur (D) dan arah utara-selatan (H) di stasiun geomagnetik Biak dan Watukosek.
2. Untuk meneliti fenomena yang terjadi pada lapisan E ionosfer, terutama pada waktu terjadi counter EEJ. Fenomena terjadinya counter EEJ dapat diketahui dari 3 indikator yaitu depresi medan magnet bumi horisontal H dari stasiun acuan, menghilangnya lapisan E sporadis ionosfer dan terjadi ionospheric drifts pada lapisan E ionosfer (Rastogi, 1974).
3. Hasil penelitian dapat menjadi sumber informasi bagi kebutuhan nasional maupun global.

2. METODOLOGI

Metoda yang paling umum dilakukan untuk meneliti pengaruh EEJ pada medan magnetik arah horisontal pada suatu stasiun pengamatan medan magnet bumi di zona equatorial adalah :

Pertama, mendefinisikan range gangguan yang terdiri dari medan elektro jet dan medan world wide Sq (Solar quiet) dengan cara mencari selisih rata-rata hasil pengamatan medan magnet bumi arah horisontal H pada waktu siang hari dan medan magnet bumi arah horisontal H pada waktu malam hari.

Menurut Campbell dan Matsushita (1967), ada 5 pilihan untuk mendapatkan range gangguan H_{EEJ} (oleh EEJ) dan H_{Sq} (oleh Solar quiet) di suatu stasiun pengamatan yaitu :

$$M_4 = \frac{1}{4}(H_{10}+H_{11}+H_{12}+H_{13}) - \frac{1}{4}(H_{22}+H_{23}+H_{00}+H_{01}) \quad \dots(2-1)$$

$$M_3 = \frac{1}{3}(H_{10}+H_{11}+H_{12}) - \frac{1}{4}(H_{22}+H_{23}+H_{00}+H_{01}) \quad \dots(2-2)$$

$$M_2 = \frac{1}{2}(H_{11}+H_{12}) - \frac{1}{4}(H_{22}+H_{23}+H_{00}+H_{10}) \quad \dots(2-3)$$

$$M_1 = H_{\max} - \frac{1}{4}(H_{22}+H_{23}+H_{00}+H_{01}) \quad \dots(2-4)$$

$$M_m = H_{\max} - H_{\min} \quad \dots(2-5)$$

dengan :

H_{00} = Medan H pukul 00 L.T.

H_{01} = Medan H pukul 01 L.T.

H_{22} = Medan H pukul 22 L.T.

H_{23} = Medan H pukul 23 L.T.

Keempat faktor H_{22} ; H_{23} ; H_{00} ; H_{01} menentukan medan magnet bumi rata-rata pada waktu malam hari, sedangkan H_{10} ; H_{11} ; H_{12} ; H_{13} , adalah hasil pengamatan medan magnet bumi arah horisontal pada pukul 10.00; 11.00; 12.00 dan 13.00 siang hari untuk mendapatkan H rata-rata siang hari. Sedangkan persamaan (2-5) menentukan range gangguan maksimal (M_m) dari medan H_{EEJ} dan medan H_{Sq} , sebagai selisih harga H maksimal (H_{\max}) waktu siang hari antara pukul 10.00 - 13.00 dan H minimal (H_{\min}) waktu malam antara pukul 22.00 sampai dengan 00.01.

Langkah kedua, adalah memisahkan H_{EEJ} dan H_{Sq} . Metode pemisahan ini dilakukan dengan cara mencari selisih hasil pengamatan medan magnet bumi arah horisontal H pada stasiun yang di-

pengaruhi oleh EEJ dan medan magnet bumi arah horisontal H pada stasiun yang tidak dipengaruhi EEJ. Stasiun yang tidak dipengaruhi pada prinsipnya adalah stasiun yang terletak di luar zona equatorial, seperti diperlihatkan oleh Forbush dan Casaverde (1961, op. cit Matsushita, Campbell, 1967) (gambar 2-1).

Dari gambar 2-1, tampak pada garis dip-equator (lintang 0° geomagnetik), variasi range medan magnet bumi arah horisontal H sebesar 200 nT di mana sekitar 100 nT disebabkan H_{Sq} dan sekitar 100 nT disebabkan H_{EEJ} , dan pengaruh H_{EEJ} itu sendiri akan menurun, makin jauh stasiunnya dari dip equator, yang menghilang pada posisi $-20^\circ < \varphi < 20^\circ$.

Dalam penelitian ini stasiun yang dipengaruhi EEJ adalah Biak dengan lintang geomagnet $\varphi = 12.02^\circ$ S dan stasiun yang tidak dipengaruhi EEJ adalah Watukosek dengan $\varphi = 18.43^\circ$ S.

Untuk stasiun Biak

$$(Mt1) = \text{range} (H_{EEJ} + H_{Sq1}) \quad \dots(2-6)$$

Untuk stasiun Watukosek

$$(Mt2) = \text{range} H_{Sq2} \quad \dots(2-7)$$

dengan :

$$m1 = 1/2 (\varphi_1 + \delta_1) = \text{lintang equator rata-rata Biak}$$

$$H_0 = \text{Harga } H_{Sq} \text{ pada } m = 0, \text{ lintang equator rata-rata} = 0$$

$$H_{Sq2} = H_0 \cos 3m2 \quad \dots(2-9)$$

$$m2 = 1/2 (\varphi_2 + \delta_2) = \text{sudut lintang equator rata-rata Watukosek.}$$

Maka pengaruh H_{EEJ} pada stasiun Biak ditentukan oleh persamaan :

$$EEJ (\text{Biak}) = Mt1 - Mt2 \\ = H_{EEJ} + H_{Sq1} - H_{Sq2}$$

atau

$$EEJ (\text{Biak}) = H_{EEJ} + H_0 (\cos 3/2 (\varphi_1 + \delta_1)) - \cos 3/2 (\varphi_2 + \delta_2)$$

...(2-10)

Sudut lintang equator rata-rata Biak = 6° ; sedangkan sudut lintang rata-rata stasiun Watukosek = $12^\circ 30'$ sehingga persamaan (2-10) menjadi :

$$HEEJ \text{ Biak} = H_{EEJ} + H_0 (\cos 18^\circ - \cos 37^\circ 30').$$

Data variasi medan magnet bumi arah horisontal dari stasiun Biak dan Stasiun Watukosek adalah merupakan range gangguan dari medan magnet bumi arah horisontal H yang ditimbulkan oleh medan magnet bumi EEJ (H_{EEJ}) dan medan magnet bumi Sq (H_{Sq}).

Selisih range gangguan medan magnet bumi arah horisontal H di stasiun Biak dan range gangguan medan magnet bumi arah horisontal H di stasiun Watukosek adalah range gangguan medan magnet bumi horisontal H oleh EEJ.

2.1 Equatorial Electro Jet

Di equator, pada dasarnya medan listrik menuju ke arah timur dan medan magnetik menuju ke arah utara. Karena pada ketinggian 70 - 140 km elektron-elektron bergeser ke lapisan atas relatif

terhadap ion-ion, maka terjadi konduktivitas Hall ke arah timur. Konduktivitas Hall ke arah timur ini menghasilkan pita arus listrik yang juga ke arah timur.

Pita arus listrik ke arah timur ini oleh Chapman (1951) dinamakan Equatorial Electro Jet (EEJ) yang terbentang selebar kira-kira 300 km di atas dip equator (Rastogi, 1989). Sesuai dengan hukum Amper pengaruh dominan dari EEJ pada medan magnetik arah horisontal (H) di permukaan bumi adalah memperkuat medan magnetik horisontal arah utara. Program penelitian ini meneliti pengaruh EEJ pada besarnya variasi medan magnetik horisontal arah H pada stasiun pengamat dirgantara Biak dengan koordinat geografi (1.08 S, 136.05 T) dan koordinat geomagnetik (12.02 S, 206.94 T). Sebagai pembanding diambil stasiun Watukosek dengan koordinat geografi (7.53 S, 112.70 T) dan koordinat geomagnetik (18.43 S, 183.40 T). Pada program penelitian ini pengaruh aktivitas matahari; pengaruh pasang surut bulan dan pengaruh medan magnetik antar planet (IMF; B_z) terhadap variasi medan magnetik dan EEJ tidak diteliti, karena keterbatasan peralatan dan data yang dimiliki.

2.2 Counter Equatorial Electro Jet.

Counter Equatorial Electro Jet adalah fenomena membaliknyanya arah arus EEJ dari timur ke barat, pada umumnya terjadi waktu siang hari antara pukul 07.00-15.00 waktu lokal (Gouni,

1967); (Hutton; Oyin Loye, 1970) sesuai dengan pengamatan pada observasi Addis Ababa (=9U), Ibadan (=7.5U) dan Zaria (=11.3U).

Fenomena terjadinya counter equatorial electro jet ini pada waktu siang hari disebabkan karena pada waktu siang hari terjadi arus Drift elektron lapisan E ionosfer yang bergerak ke arah bawah, sehingga konduktivitas Hall lapisan ionosfer menuju ke barat dan arus counter equatorial electro jet juga ke arah barat.

Rastogi (1974) mengemukakan fenomena terjadinya Counter EEJ sekitar pukul 07.00 LT atau sekitar pukul 16.00 LT pada keadaan aktivitas matahari minimal. Selanjutnya Rastogi mengidentifikasi terjadi counter EEJ dengan 3 (tiga) fenomena berikut ini :

1. Terjadi depresi harga medan magnetik arah horisontal (H) didasarkan pada penelitian tahun 1967 (6 Maret 1967) pada stasiun-stasiun equatorial (Trivandrum; = 8.5 U; Kodai Kanal; = 10.2 U; dan Annamalainagar; = 11.4 U). Depresi ini mencapai -30 nT di bawah stasiun yang tidak dipengaruhi EEJ.
2. Menghilangnya lapisan E (daerah E irregularitas); berdasarkan penelitian pada 6 Maret 1967 di stasiun observasi Thumba pada pukul 12.00 -15.00 LT. Fenomena ini diketahui dari menghilangnya frekuensi kritis daerah E (f_oE_s) dari pengamatan ionosonde drift.
3. Membaliknyanya kecepatan drift elektron daerah E lapisan ionosfer sesuai dengan hasil pengamatan

pada stasiun Jicamarca (Rastogi; Kroehl; 1978).

3. DATA

Data medan magnet bumi arah horisontal H dari stasiun Biak dan Watukosek dipilih pada hari-hari di mana kondisi matahari tenang (solar quite) tahun 1992/1993. Tabel data di bawah ini merupakan range ($\Delta H_{EEJ} + \Delta H_{Sq}$) untuk stasiun Biak dan range ΔH_{Sq} untuk stasiun Watukosek. Selisih range ini merupakan range gangguan EEJ pada stasiun Biak.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Harga-harga negatif pada tabel ΔH_{EEJ} stasiun Biak menunjukkan terjadinya fenomena Counter Equatorial Electro Jet, sehingga medan magnetik arah horisontal pada stasiun Biak mengalami depresi terhadap harga medan magnet bumi arah horisontal stasiun Watukosek. Dari tabel data tersebut, diperoleh gangguan EEJ terhadap medan magnet bumi arah horisontal di stasiun Biak : maksimal sebesar 23.95 nT, terjadi pada tanggal 26 November 1992; gangguan minimal sebesar 1.43 nT dan gangguan rata-rata sebesar 11.61 nT.

Disisi lain gangguan yang disebabkan oleh terjadinya fenomena counter equatorial electro jet terhadap medan magnet bumi arah horisontal di stasiun Biak gangguan minimal -1.36 nT dan gangguan maksimal -14.11 nT.

Di mana tanda negatif menyatakan gangguan tersebut bersifat depresi, yaitu menurunnya harga medan magnetik arah horisontal pada stasiun Biak relatif terhadap stasiun Watukosek.

Variasi gangguan EEJ maupun counter equatorial electro jet tersebut terutama disebabkan oleh variasi aktivitas matahari yang menimbulkan variasi dinamika lapisan ionosfer, khususnya kecepatan drift elektron naik turun pada lapisan E yang menyebabkan variasi harga konduktivitas Hall, yang pada akhirnya juga menimbulkan perubahan-perubahan harga EEJ dan Counter EEJ.

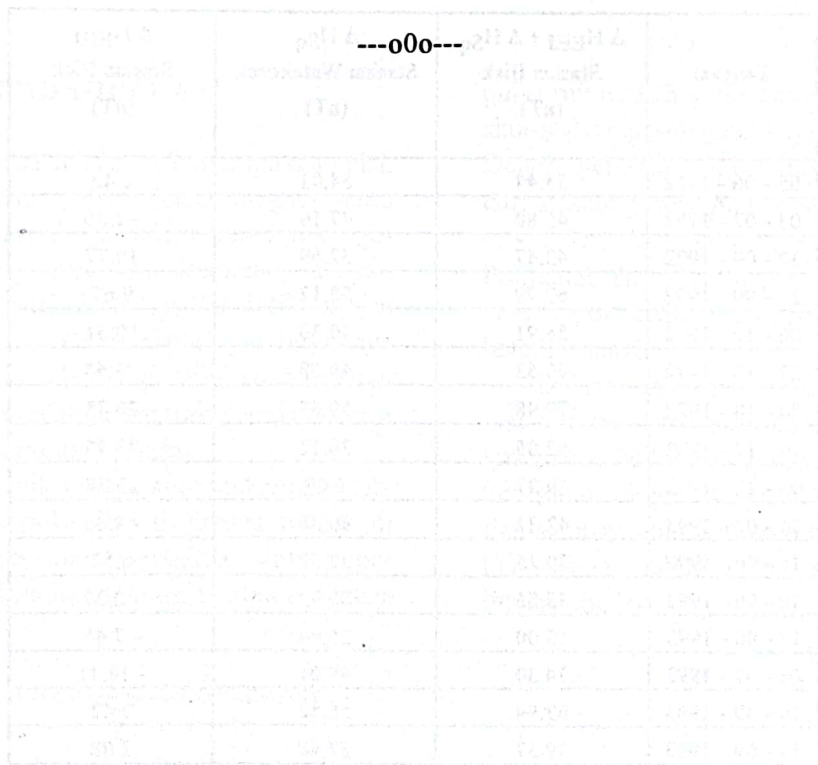
5. KESIMPULAN

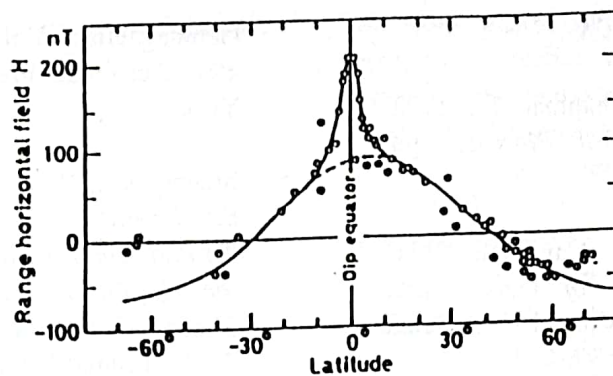
Dari hasil penelitian pengaruh EEJ pada medan magnetik arah horisontal di stasiun Biak ($\phi = 12.02^\circ$ S), diketahui bahwa pengaruh tersebut memang ada dan bervariasi sekitar rata-rata 11.61 nT, maksimal 23.95 nT dan minimal 1.43nT. Di samping pengaruh EEJ terjadi juga pengaruh counter equatorial electro jet. Pengaruh ini pada medan magnet bumi arah horisontal di stasiun Biak dapat mencapai sekitar 14.11 nT depresi di bawah data dari stasiun Watukosek.

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini cukup meyakinkan kebenarannya karena range gangguan EEJ pada medan magnet bumi arah horisontal pada stasiun Trivandrum ($\phi = 8.5^\circ$ U) berkisar sekitar 20 nT relatif terhadap stasiun Alibag (Rastogi, 1974).

DAFTAR PUSTAKA

1. Akasofu S., Chapman S., 1972. *Solar Terrestrial Physics*. pp. 262; Oxford.
2. Matsushita S., Campbell W.H., 1967. *Physics of Geomagnetic Phenomena*. Vol. 1, Academic Press Inc, New York.
3. Onwumechili C.A., 1992. *Study of the Return Current of the Equatorial Electro Jet*. J. Geomag. & Geoelec., Vol. 44, No.1, pp 1-40, Terra Scientific Publ. Comp., Tokyo.
4. Rastogi R.G., 1989. *The Equatorial Electro Jet : Magnetic and Ionospheric Effect*. Geomagnetism Vol. 3, pp. 461-483, Academic Press Inc., New York.
5. Stening R.J., 1972. *The Enigma of the Counter Equatorial Electro Jet and Lunar Tidal Influences in the Equatorial Region*. Adv. Space Res. Vol. 12, No. 6, pp. (6) 23-32, Printed In Great Britain.
6. Proceeding of the Tropical Meeting of the COSPAR Interdisciplinary Scientific Commission P (meeting P2) and C (Meeting C4 and C8) of the COSPAR Twenty Eight Plenary Meeting held in the Hague, The Netherland, 25 June - 6 July 1990, pp. (6) 13-19 & (6) 23-31.





Gambar 2.1 : PROFIL LINTANG DARI RANGE MEDAN MAGNET BUMI ARAH HORIZONTAL H HARIAN PADA TAHUN 1958, DITUNJUKKAN DAERAHEEJ DI ATAS VARIASI S_q .

Tabel 3.1 : DATA RANGE ($\Delta H_{EEJ} + \Delta H_{Sq}$) STASIUN BIAK; ΔH_{Sq} STASIUN WATUKOSEK DAN ΔH_{EEJ} STASIUN BIAK DAN TANGGAL KEJADIANNYA

Tanggal	$\Delta H_{EEJ} + \Delta H_{Sq}$ Stasiun Biak (nT)	ΔH_{Sq} Stasiun Watukosek (nT)	ΔH_{EEJ} Stasiun Biak (nT)
05 - 06 - 1992	55.44	54.01	1.43
03 - 07 - 1992	45.80	47.16	- 1.36
12 - 09 - 1992	43.47	32.69	10.77
27 - 09 - 1992	67.79	58.12	9.67
06 - 10 - 1992	56.91	46.30	10.61
21 - 10 - 1992	40.63	44.08	- 3.45
23 - 10 - 1992	79.98	59.63	20.35
26 - 11 - 1992	52.08	28.12	23.95
05 - 12 - 1992	29.37	6.09	23.28
24 - 02 - 1993	42.31	46.38	- 4.06
15 - 06 - 1993	29.26	22.69	6.57
16 - 06 - 1993	33.56	35.93	- 2.37
17 - 06 - 1993	18.00	25.44	- 7.45
08 - 09 - 1993	34.30	49.01	- 14.11
10 - 09 - 1993	63.94	56.52	7.42
17 - 09 - 1993	39.57	37.48	2.08