



Respons Medan Magnet Bumi Terkait Dengan Gerhana Matahari 20 April 2023 Di Stasiun Biak Dan Pontianak

Setyanto Cahyo Pranoto
setya_cp@yahoo.com
Pusat Riset Antariksa - BRIN
Anton Winarko
geo.antonw@gmail.com
Pusat Riset Antariksa-BRIN

Visca Wellyanta
visca.wellyanita@gmail.com
Pusat Riset Antariksa – BRIN

Artikel ini telah dipresentasikan pada kegiatan Seminar Nasional Fisika (Sinafi 12.0)
Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia
08 Agustus 2026

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan medan magnet bumi yang berkaitan dengan peristiwa gerhana matahari serta membandingkan respons geomagnetik pada dua wilayah ekuatorial dengan tingkat cakupan gerhana yang berbeda. Selama gerhana matahari, berkurangnya radiasi matahari yang mencapai atmosfer dapat memengaruhi kondisi ionosfer dan sistem arus di atmosfer atas, yang selanjutnya dapat tercermin dalam variasi medan magnet bumi. Data yang digunakan berupa rekaman magnetometer dengan resolusi 1 detik dari stasiun geomagnetik Pontianak dan Biak. Kedua stasiun dipilih karena merepresentasikan wilayah ekuatorial dengan cakupan gerhana sekitar 30% di Pontianak dan mendekati 100% di Biak. Analisis dilakukan melalui ekstraksi variasi medan magnet selama fase gerhana dan perbandingan respons antara kedua stasiun untuk mengidentifikasi pola perubahan yang konsisten serta mengevaluasi perbedaan respons geomagnetik pada lokasi dengan tingkat cakupan gerhana yang berbeda. Hasil analisis menunjukkan adanya perubahan intensitas medan magnet sekitar -33 nT di Biak dan -10 nT di Pontianak selama fase gerhana. Respons yang lebih besar di Biak menunjukkan adanya perbedaan variasi medan magnet yang teramati selama gerhana pada kedua lokasi. Perbedaan tersebut berkaitan dengan karakteristik lokal dan tingkat cakupan gerhana di masing-masing stasiun, meskipun respons geomagnetik yang teramati dapat dipengaruhi oleh variasi geomagnetik lainnya. Hasil ini menunjukkan adanya variasi medan magnet yang teramati selama peristiwa gerhana dan memberikan indikasi adanya respons geomagnetik yang berbeda pada wilayah ekuatorial dengan tingkat cakupan gerhana yang berbeda.

Kata Kunci: Medan Magnet Bumi · Gerhana Matahari · Magnetosfer

PENDAHULUAN

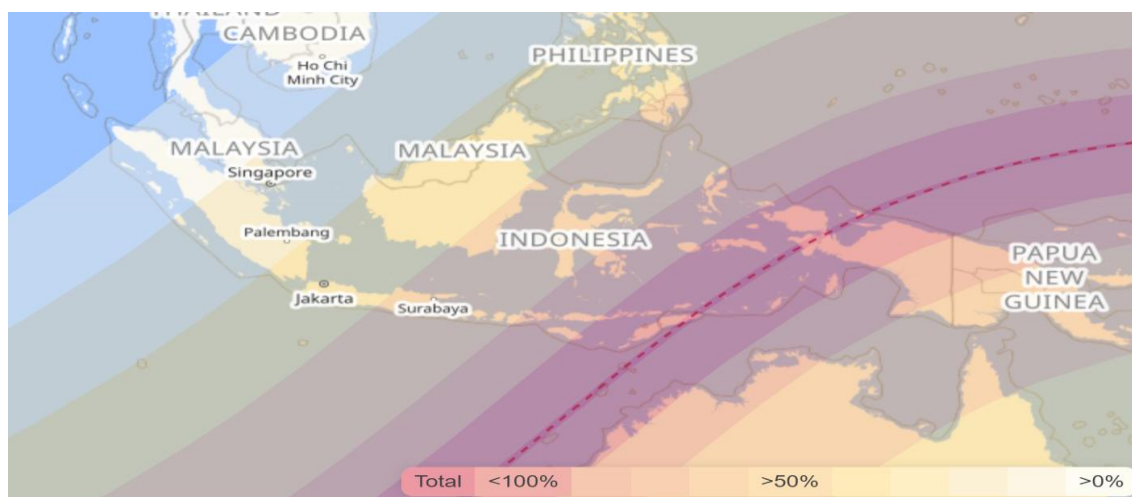
Gerhana matahari merupakan fenomena yang mampu mengganggu seluruh subsistem dalam sistem kopling atmosfer-ionosfer-magnetosfer (Chernogor, 2013), salah satunya adalah medan magnet bumi. Studi terkait dengan mekanisme terjadinya efek medan magnet bumi yang menyertai gerhana matahari pertama kali dikemukakan oleh Chapman (1933) bahwa penurunan radiasi matahari menyebabkan berkurangnya kerapatan elektron dan sebagai konsekuensinya, menurunkan konduktivitas spesifik plasma pada lapisan ionosfer. Hal-hal tersebut menyebabkan gangguan pada pola arus ionosfer dan memicu timbulnya gangguan medan magnet bumi. Saat gerhana matahari berlangsung, terjadi penurunan radiasi matahari yang mencapai ionosfer bumi karena bayangan bulan. Hal ini yang mengakibatkan berkurangnya proses ionisasi di lapisan ionosfer (Baran et al, 2003; Le et al., 2009). Penyesuaian ini terjadi dalam rentang waktu yang lebih singkat dibandingkan siklus siang-malam pada umumnya, yaitu sekitar beberapa jam (Maji et al., 2017). Beberapa model matematis menunjukkan bahwa pengurangan total kandungan elektron di ionosfer pada wilayah yang dilintasi gerhana matahari total dapat menyebabkan perubahan pola sistem arus (Yamazaki et al., 2011; Campbell, 1989) dan gangguan medan magnet bumi sebesar beberapa nano tesla (Tomas et al., 2009; Strestik, 2001; Ruhimat et al., 2016).

How to Cite: Pranoto, S. C., Wellyanta, Visca., & Anton Winarko (2026). Respons Medan Magnet Bumi Terkait Dengan Gerhana Matahari 20 April 2023 Di Stasiun Biak Dan Pontianak. *Prosiding Seminar Nasional Fisika*, 5(1), 126-134. <http://proceedings.upi.edu/index.php/sinafi>

Beberapa studi menunjukkan bahwa efek medan magnet bumi dari gerhana matahari belum dapat disimpulkan secara komprehensif. Data yang dipublikasikan di beberapa studi kasus menunjukkan sebagian besar saling bertentangan. Beberapa penulis meyakini bahwa tidak ada efek geomagnetik akibat gerhana matahari. Pada kasus gerhana matahari tanggal 11 Agustus 1999, sama sekali tidak menyebabkan gangguan pada medan magnet bumi (Korte et al., 2001) meskipun tidak mengubah kekuatan komponen-X tetapi menurunkan kekuatan komponen-Y (Özcan and Aydoğdu., 2004; Curto et al., 2006). Sebaliknya, sebagian besar penulis menyatakan bahwa efek tersebut memang ada. Contoh studi kasus gerhana matahari tanggal 14 Oktober 2023 diuraikan karakteristik utama efek geomagnetik selama gerhana matahari (Chernogor et al., 2024). Hasil penelitian menunjukkan bahwa gerhana tersebut disertai dengan gangguan non-periodik dan kuasi-periodik pada seluruh komponen medan magnet bumi dalam skala global. Efek gerhana matahari tersebut mengakibatkan penurunan TEC sebesar 20% di wilayah lintang menengah hingga 40% di wilayah anomali ekuator, penurunan sebesar 7–18% pada kerapatan netral termosfer, serta variasi kekuatan komponen X dan Y medan magnet bumi (Ouar et al., 2024).

Variasi temporal medan magnet bumi sering kali mengikuti fase dari gerhana matahari. Variasi terbesar dalam kekuatan medan magnet bumi teramati di sekitar jalur totalitas sesuai dengan cakupan areanya. Upaya mendeteksi respons medan magnet bumi terhadap gerhana matahari merupakan tugas yang kompleks dan sulit (Kim and Chang, 2014). Respons yang mungkin timbul akibat gerhana matahari biasanya tertutupi oleh variasi yang disebabkan oleh faktor fisik lainnya. Selain itu, besaran dan tanda gangguan medan magnet bumi sangat bergantung pada kondisi cuaca antariksa saat itu, musim, waktu, lokasi stasiun, dan tentu saja besaran gerhana matahari itu sendiri (Adekoya et al., 2015; Adekoya and Chukwuma., 2016; Kim and Chang., 2018). Berbagai variasi ini menuntut dilakukannya studi mengenai respons medan magnet bumi terhadap setiap peristiwa gerhana matahari yang berbeda.

Pada studi ini, kami menganalisis respons medan magnet bumi selama gerhana matahari dari dua lokasi berbeda di Indonesia untuk mengevaluasi perbedaan respons pada lokasi dengan karakteristik gerhana yang berbeda. Kedua lokasi tersebut adalah stasiun pengamatan Biak dan Pontianak, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Biak berada pada jalur totalitas dan mengalami gerhana matahari total dengan magnitudo lokal sebesar 1.0040, sedangkan Pontianak mengalami gerhana matahari sebagian dengan magnitudo 0.4234 dan obscuration sekitar 31.01%. Gerhana matahari yang terjadi pada tanggal 20 April 2023 merupakan gerhana matahari hibrida, fenomena ini teramati sebagai gerhana matahari total sekaligus gerhana matahari sebagian di Indonesia. Kontak pertama terjadi pada rentang waktu 02.36 UT dan kontak terakhir terjadi pada pukul 05.56 UT.



Gambar 1. Jalur gerhana matahari total pada tanggal 20 April 2023 melintasi sebagian wilayah Indonesia (<https://www.timeanddate.com/eclipse/map/2023-april-20>) pada stasiun Biak (lingkaran biru) stasiun Pontianak (lingkaran merah).

METODE

Pada studi ini digunakan data medan magnet bumi hasil rekaman magnetometer stasiun Biak (geografis: 1.08° S, 136.05° E; geomagnetik: 9.73° S, 207.39° E) dan stasiun Pontianak (geografis: 0.05° N, 134° E; geomagnetik: 9.75° S, 181.96° E). Magnetometer ini mengukur tiga komponen variasi medan magnet bumi X, Y dan Z (yang masing-masing bersesuaian dengan arah geografis Utara-Selatan, Timur-Barat, dan vertikal). Gangguan gerhana matahari terhadap medan magnet bumi bersifat dominan pada bidang horizontal maka untuk analisis pada penelitian ini hanya digunakan data komponen X dan Y.

Untuk mendapatkan data gangguan medan magnet bumi yang terukur kami lakukan pemisahan data hasil observasi di kedua stasiun dari pola hari tenangnya. Hari tenang dikenal juga sebagai *solar quiet-sq* merupakan suatu kondisi dengan intensitas medan magnet bumi terendah. Medan magnet bumi yang terbaca oleh magnetometer di stasiun pada dasarnya merupakan medan magnet yang berasal dari susuperposisi beberapa sumber. Untuk melihat gangguannya maka medan magnet bumi yang terbaca di magnetometer harus dikurangi dengan pola hari tenangnya yang merupakan perataan 5 hari tenang setiap bulannya. Gambar 2 memperlihatkan pola hari tenang dari perataan 5 hari dengan intensitas medan magnet terendah yaitu pada tanggal (12, 16, 17, 11, 08 April 2023) dengan merujuk pada informasi hari tenang dari WDC Universitas Kyoto. Gangguan medan magnet bumi selama gerhana matahari juga harus dieliminasi dari gangguan akibat arus cincin, yang dikenal sebagai indeks gangguan geomagnetik atau Dst (*Disturbance Storm Time*). Untuk menghilangkan pengaruh arus cincin, kami menggunakan persamaan (Korte et al., 2001):

$$X_D = X - Dst \cos \lambda (-11^\circ) \quad (1)$$

$$Y_D = Y - Dst \cos \lambda \sin (-11^\circ) \quad (2)$$

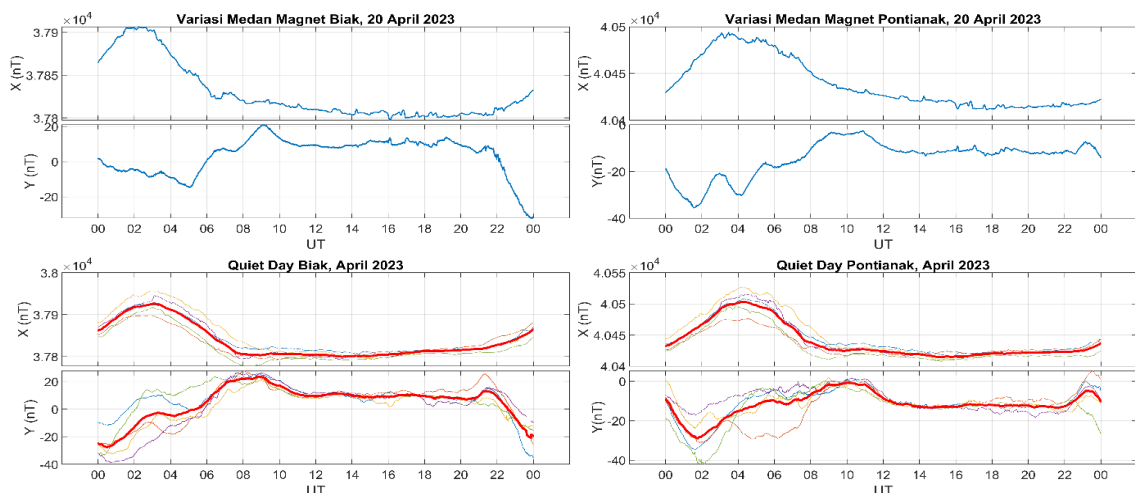
dengan: X adalah komponen utara-selatan

Y adalah komponen timur-barat

X_D dan Y_D adalah gangguan yang telah dibersihkan dari interferensi arus cincin

λ adalah garis lintang stasiun pengamatan

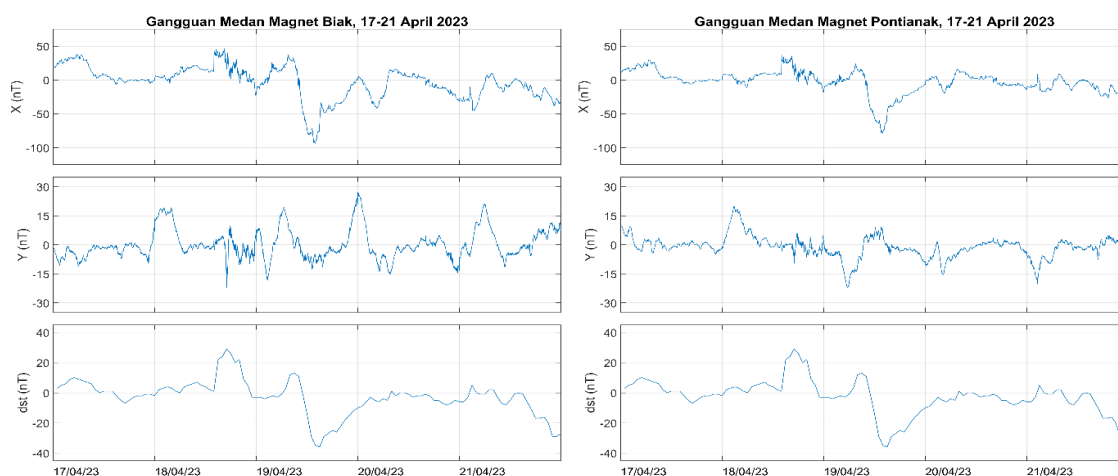
11° selisih sudut antara kutub geografis dan kutub geomagnetik.



Gambar 2. Variasi medan magnet bumi komponen x dan y pada tanggal 20 April 2023 di stasiun Biak dan Pontianak (panel atas). Pola hari tenang (garis merah) dari perataan 5 hari pada tanggal (12, 16, 17, 11, 08 April 2023) untuk komponen x dan y pada stasiun Biak dan Pontianak (panel bawah).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini kami melakukan analisa terkait respons medan magnet bumi terhadap gerhana matahari pada stasiun Biak dan Pontianak. Data dari kedua lokasi tersebut akan dinalisa untuk tiga kondisi yaitu pada saat hari tenang sebelum terjadi gerhana matahari, pada saat terjadi gangguan geomagnet dan selama terjadinya gerhana matahari. Pemilihan tanggal 17 April 2023 dan 19 April 2023 sebagai hari tenang dan terganggu dikarenakan tanggal tersebut merupakan yang terdekat sebelum terjadinya gerhana berdasarkan hari tenang dari WDC Universitas Kyoto. Gambar 3 memperlihatkan kondisi gangguan medan magnet bumi pada saat hari tenang, terganggu dan pada saat terjadi gerhana matahari pada kedua stasiun pengamatan. Tahapan proses awal dalam melakukan analisa ini kami menentukan pola hari tenang medan magnet bumi periode April 2023 pada kedua stasiun untuk memisahkan gangguan dari variasi hariannya serta menghilangkan efek arus cincin (gangguan Dst) dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) untuk komponen X dan Y.



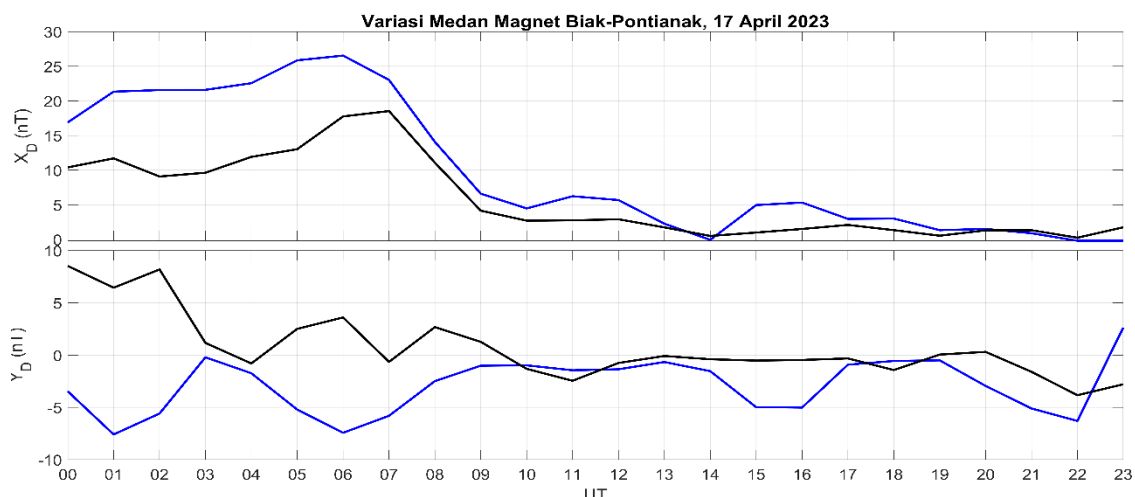
Gambar 3. Intensitas medan magnet bumi komponen x, y dan dst pada tanggal 17-20 April 2023 di stasiun Biak dan Pontianak.

Kondisi medan magnet bumi pada tanggal 17 April 2023 dapat dikategorikan sebagai kondisi hari tenang hingga sedikit terganggu (*quiet disturbed*), dengan nilai dst minimum -5 nT. Pola variasi yang terekam masih didominasi oleh variasi harian tenang (*solar quiet-sq*) yang dihasilkan oleh interaksi radiasi matahari dengan ionosfer bumi. Meskipun terdapat perubahan yang cukup signifikan pada beberapa interval waktu, tidak ditemukan indikasi adanya badai geomagnet kuat atau gangguan geomagnet ekstrem. Dinamika yang terjadi lebih banyak dikendalikan oleh proses ionosfer lokal dibandingkan oleh gangguan geomagnet global.

Variasi medan magnet bumi di kedua stasiun menunjukkan pola variasi harian yang relatif serupa, namun dengan perbedaan amplitudo dan karakteristik pada masing-masing komponen medan magnet. Komponen X (utara) mengalami peningkatan secara bertahap pada awal pengamatan hingga mencapai nilai maksimum sekitar pukul 06-07 UT, kemudian mengalami penurunan yang cukup tajam sebelum akhirnya berada pada kondisi yang relatif stabil hingga akhir hari. Sementara itu, komponen Y (timur) memperlihatkan fluktuasi yang lebih kompleks dengan perbedaan nilai dan arah perubahan antara kedua stasiun, yang mencerminkan adanya variasi lokal dalam sistem arus ionosfer.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa amplitudo variasi medan magnet di Biak lebih besar dibandingkan Pontianak, terutama pada komponen X. Kondisi ini menunjukkan adanya perbedaan respons medan magnet antara kedua lokasi, yang dapat berkaitan dengan variasi sistem arus ionosfer di wilayah ekuator, termasuk *Equatorial Electrojet (EEJ)*, yang berperan penting dalam variasi medan magnet harian. Gangguan medan magnet bumi di kedua lokasi tersebut menunjukkan pola yang berbeda, meskipun stasiun Biak dan Pontianak memiliki lintang magnetik yang hampir sama ($9,73^\circ$ LS dan $9,75^\circ$ LS). Kedua stasiun berada di wilayah lintang rendah dan relatif jauh dari pusat magnetic equator, sehingga perbedaan amplitudo yang teramati tidak dapat secara langsung dikaitkan dengan perbedaan lintang magnetik atau pengaruh EEJ. Perbedaan paling signifikan teramati pada siang hari waktu setempat, Biak (UT+9) dan Pontianak (UT+7). Fenomena ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh

perbedaan posisi geografis terhadap penerimaan radiasi matahari. Radiasi matahari merupakan pembangkit utama arus ionosfer yang menjadi penyebab utama variasi harian reguler yang dikenal sebagai *solar quiet-Sq* (Yamazaki et al., 2017). Gambar 4 memperlihatkan bahwa gangguan geomagnet pada komponen X_D dan Y_D pada hari tenang di stasiun Biak lebih tinggi dibandingkan dengan Pontianak. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya mengenai variasi komponen X di Indonesia, yang menunjukkan bahwa pada hari tenang, nilai data dari Pontianak lebih rendah dibandingkan dengan data dari stasiun yang memiliki lintang magnetik lebih dekat ke khatulistiwa magnetik (Syafitri, 2023) maupun stasiun Biak.

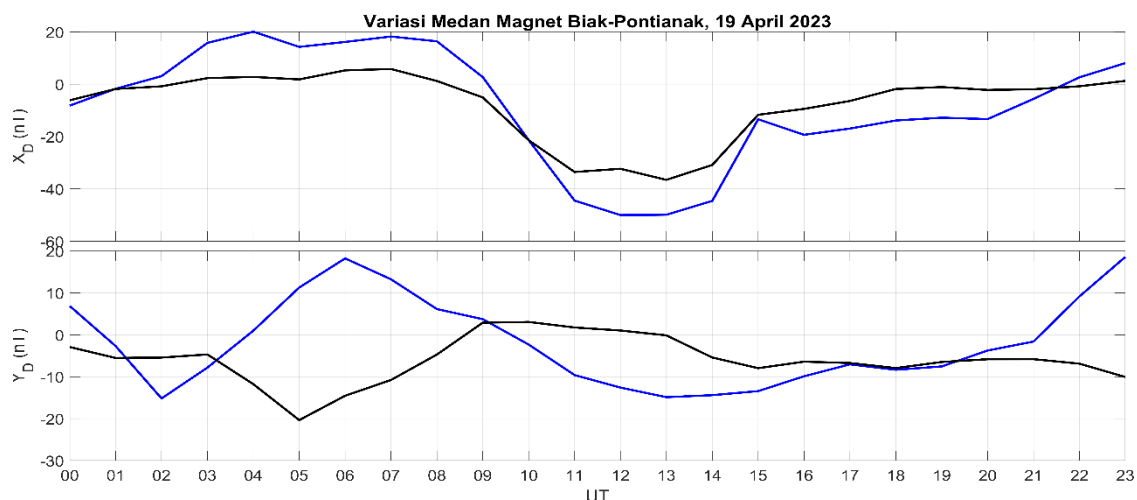


Gambar 4. Intensitas medan magnet bumi untuk komponen X_D dan Y_D pada saat hari tenang tanggal 17 April 2023 untuk stasiun Biak (garis biru) dan stasiun Pontianak (garis hitam).

Terjadi peningkatan intensitas medan magnet bumi pada tanggal 19 April 2023 dengan nilai dst mencapai -36 nT. Pola variasi yang diamati menunjukkan bahwa kondisi geomagnet tersebut berada dalam kategori gangguan geomagnet sedang (*moderate geomagnetic disturbance*). Gangguan tersebut ditandai oleh adanya fase awal peningkatan (*initial phase*), penurunan tajam (*main phase*), dan pemulihan (*recovery phase*) yang merupakan karakteristik khas respons magnetosfer terhadap peningkatan aktivitas matahari seperti terlihat pada pola dst di Gambar 3. Hasil ini juga menegaskan bahwa pengamatan medan magnet di wilayah ekuator, seperti Biak dan Pontianak, memiliki peran penting dalam memantau respons magnetosfer dan ionosfer terhadap cuaca antariksa.

Berdasarkan hasil analisis variasi medan magnet bumi di stasiun Biak dan Pontianak pada 19 April 2023, dapat disimpulkan bahwa terjadi gangguan geomagnet yang lebih signifikan dibandingkan variasi harian normal. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan tajam pada komponen X_D di kedua stasiun, terutama pada interval waktu 09-13 UT, dengan nilai minimum mencapai sekitar -50 nT di Biak dan -35 nT di Pontianak. Penurunan tersebut merupakan indikasi melemahnya komponen horizontal medan magnet bumi yang umumnya berkaitan dengan penguatan arus cincin (*ring current*) di magnetosfer akibat meningkatnya interaksi antara angin surya dan medan magnet bumi. Setelah mencapai nilai minimum, kedua stasiun memperlihatkan fase pemulihan secara bertahap hingga mendekati kondisi normal pada akhir periode pengamatan. Komponen X_D terlihat lebih signifikan pada data stasiun Biak, sebagaimana terlihat pada Gambar 5. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Woodroffe, 2016), yang menyatakan bahwa semakin dekat dengan khatulistiwa, semakin rendah respons medan magnet dibandingkan dengan pengukuran pada garis lintang yang lebih tinggi.

Komponen Y_D juga menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan pola yang berbeda antara Biak dan Pontianak. Perbedaan ini mencerminkan adanya variasi lokal pada sistem arus ionosfer, terutama pengaruh *Equatorial Electrojet (EEJ)* dan perbedaan posisi geomagnet kedua stasiun. Amplitudo gangguan yang lebih besar di Biak menunjukkan bahwa wilayah tersebut lebih sensitif terhadap dinamika ionosfer ekuatorial sehingga perubahan medan magnet yang terekam lebih kuat dibandingkan Pontianak.



Gambar 5. Intensitas medan magnet bumi untuk komponen X_D dan Y_D pada saat hari terganggu tanggal 19 April 2023 untuk stasiun Biak (garis biru) dan stasiun Pontianak (garis hitam).

Kami menganalisis data medan magnet bumi dari stasiun geomagnet Biak dan Pontianak untuk menentukan pengaruh gerhana matahari terhadap medan magnet bumi. Gambar 6 memperlihatkan variasi medan magnet bumi pada komponen X dan Y selama gerhana matahari tanggal 20 April 2023 pada stasiun Biak (garis biru) dan stasiun Pontianak (garis hitam). Terlihat adanya perubahan yang cukup nyata pada komponen medan magnet X_D dan Y_D di kedua stasiun. Secara umum, pola variasi yang terekam menunjukkan bahwa fenomena gerhana memberikan pengaruh terhadap dinamika medan magnet bumi melalui perubahan kondisi ionosfer, khususnya pada sistem arus ionosfer di wilayah ekuator.

Pada saat dimulainya gerhana matahari, sejak kontak pertama pada pukul 02 UT, variasi medan magnet komponen X di Biak mengalami penurunan yang sangat signifikan pada awal periode pengamatan, yaitu dari sekitar +11 nT hingga mencapai sekitar -33 nT pada puncaknya pukul 04 UT. Penurunan tersebut jauh lebih besar dibandingkan yang diamati di Pontianak, yang hanya mencapai sekitar -10 nT. Kondisi ini mengindikasikan bahwa selama fase awal gerhana terjadi pelemahan komponen horizontal medan magnet yang lebih kuat di Biak. Fenomena tersebut berkaitan dengan berkurangnya intensitas radiasi matahari yang mencapai ionosfer sehingga proses ionisasi mengalami penurunan. Akibatnya, konduktivitas ionosfer menurun dan sistem arus *solar quiet-sq* serta *Equatorial Electrojet (EEJ)* menjadi lebih lemah.

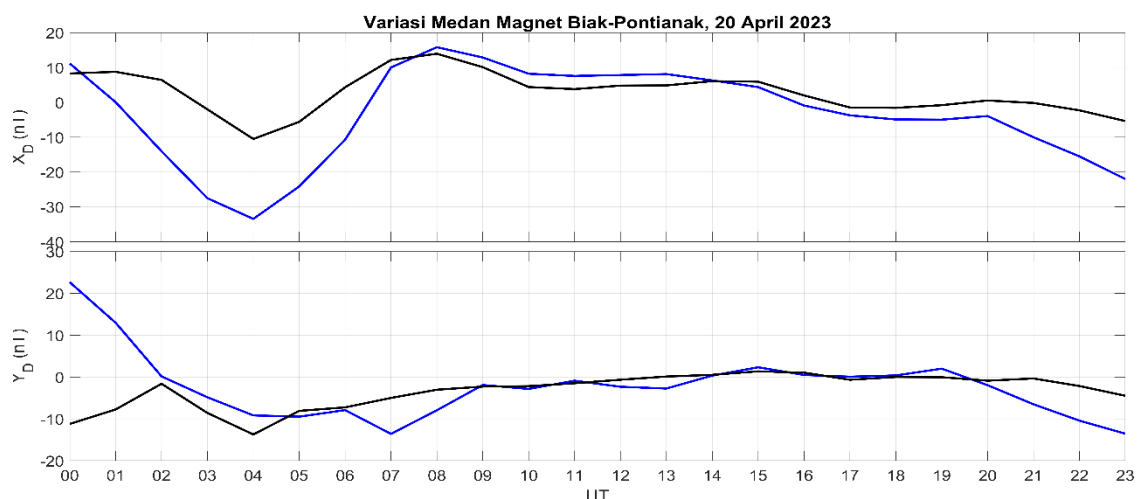
Setelah melewati fase minimum, kedua stasiun menunjukkan peningkatan kembali pada komponen X_D . Nilai medan magnet bumi secara bertahap berubah menjadi positif dan mencapai maksimum sekitar pukul 07-08 UT, sebelum kemudian kembali mengalami penurunan secara perlahan hingga akhir pengamatan. Pola ini menunjukkan adanya proses pemulihan ionosfer setelah berakhirnya fase maksimum gerhana, ketika penyinaran matahari kembali meningkat dan proses ionisasi berlangsung secara normal. Namun demikian, pemulihan di Biak tampak berlangsung lebih lambat dibandingkan di Pontianak, yang menunjukkan bahwa respons ionosfer terhadap gerhana berbeda pada masing-masing lokasi.

Komponen Y_D juga menunjukkan adanya perubahan yang cukup jelas selama periode pengamatan. Pada awal hari, Biak memiliki nilai positif yang relatif tinggi, kemudian menurun secara bertahap hingga menjadi negatif. Sebaliknya, Pontianak memperlihatkan perubahan yang lebih kecil dengan kecenderungan bergerak menuju nilai nol pada pertengahan hari. Perbedaan pola tersebut menunjukkan bahwa distribusi arus ionosfer selama gerhana tidak berlangsung secara seragam. Perubahan arah dan besar komponen Y_D mengindikasikan adanya modifikasi terhadap sistem arus horizontal ionosfer sebagai respons terhadap penurunan konduktivitas akibat berkurangnya radiasi Matahari.

Perbandingan antara kedua stasiun menunjukkan bahwa Biak mengalami amplitudo variasi yang lebih besar dibandingkan Pontianak, baik pada komponen X_D maupun Y_D . Hal ini menunjukkan bahwa efek gerhana terhadap medan magnet bumi lebih kuat di Biak. Perbedaan nilai komponen X_D tersebut,

sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6 (panel atas), memperlihatkan bahwa cakupan gerhana secara signifikan memengaruhi respons medan geomagnetik. Perubahan konduktivitas ionosfer akibat berkurangnya penyinaran matahari memberikan dampak yang lebih besar terhadap variasi medan magnet yang direkam di stasiun tersebut. Dengan selisih komponen X_D untuk kedua stasiun sebesar 23 nT, menunjukkan nilai yang lebih besar jika dibandingkan dengan kejadian gerhana matahari tanggal 9 maret 2016 sebesar 5 nT (Ruhimat, 2016). Hal ini kemungkinan disebabkan oleh dampak lanjutan dari gangguan medan magnet pada tanggal 19 April 2023.

Secara keseluruhan, pola variasi yang diamati pada tanggal 20 April 2023 menunjukkan karakteristik yang berbeda dengan gangguan geomagnet akibat badai matahari. Perubahan medan magnet berlangsung secara bertahap, mengikuti fase-fase gerhana, kemudian diikuti oleh proses pemulihan yang relatif halus. Tidak terlihat adanya penurunan ekstrem maupun fluktuasi tajam yang umumnya menjadi ciri gangguan geomagnet global akibat peningkatan aktivitas angin surya atau penguatan arus cincin (*ring current*). Dengan demikian, variasi medan magnet yang terekam pada hari tersebut lebih merepresentasikan respons ionosfer terhadap gerhana matahari daripada gangguan geomagnet global. Gerhana matahari tanggal 20 April 2023 menyebabkan perbedaan gangguan geomagnetik hanya pada komponen X. Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada gangguan geomagnetik komponen Y antara kedua lokasi tersebut.



Gambar 6. Gangguan medan magnet bumi untuk komponen X_D dan Y_D pada saat gerhana matahari pada tanggal 20 April 2023 untuk stasiun Biak (garis biru) dan stasiun Pontianak (garis hitam).

SIMPULAN

Analisa respons medan magnet bumi terkait dengan gerhana matahari telah dilakukan terhadap tiga kondisi yaitu pada saat hari tenang, hari terganggu dan pada saat berlangsungnya gerhana matahari. Pada saat hari tenang tanggal 17 April 2023, kondisi medan magnet masih menunjukkan pola variasi harian yang relatif normal dengan fluktuasi yang tidak terlalu besar. Perubahan nilai pada komponen X_D dan Y_D berubah secara bertahap mengikuti variasi harian akibat aktivitas ionosfer, tanpa adanya gangguan yang signifikan. Sedangkan pada hari terganggu tanggal 19 April 2023 terlihat fluktuasi amplitudo, terutama pada komponen X_D , yang mengalami penurunan tajam pada rentang waktu sekitar 09-13 UT, sedangkan komponen Y_D juga menunjukkan fluktuasi yang cukup besar dengan pola yang berbeda antara Biak dan Pontianak. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat kontribusi dari faktor eksternal seperti aktivitas geomagnet global. Pada saat berlangsungnya Gerhana Matahari tanggal 20 April 2023, pola variasi medan magnet bumi menunjukkan perubahan yang berbeda dibandingkan hari tenang dan terganggu. Penurunan dan perubahan intensitas pada komponen X_D serta kecenderungan pelemahan variasi pada komponen Y_D mengindikasikan berkurangnya intensitas arus ionosfer akibat menurunnya radiasi matahari selama fase gerhana. Berkurangnya penyinaran matahari menyebabkan penurunan

proses ionisasi di lapisan ionosfer sehingga konduktivitas ionosfer menurun dan arus (*solar quiet current*) menjadi lebih lemah. Kondisi tersebut tecermin pada perubahan amplitudo medan magnet yang terekam sepanjang lintasan Biak-Pontianak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adekoya, B.J., Chukwuma, V.U., Reinisch, B.W. 2015. Ionospheric vertical plasma drift and electron density response during total solar eclipses at equatorial/low latitude. *J. Geophys. Res.* 120, 8066–8084.
- Adekoya, B.J., Chukwuma, V.U. 2016. Ionospheric F2 layer responses to total solar eclipses at low and mid-latitude. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.* 138, 136–160.
- Baran, L.W., Ephishov, I.I., Shagimuratov, I.I., Ivanov, V.P., Lagovsky, A.F. 2003. The response of the ionospheric total electron content to the solar eclipse on August 11, 1999. *Adv. Space Res.* 31, 989–994.
- Campbell, W.H. 1989. An introduction to quiet daily geomagnetic fields. *Pure Appl. Geophys.* 131, 315–331.
- Chapman, S. 1933. The effect of a solar eclipse on the Earth's magnetic field. *Terr. Magn. Atmos. Electr.* 38(3), 175–183. <https://doi.org/10.1029/TE038i003p00175>.
- Chernogor, L.F. 2013. Physical effects of solar eclipses in atmosphere and geospace. *V. N. Karazin Kharkiv National University Publ. Kharkiv*, 480 p. (in Russian).
- Chernogor, L.F., Holub, M.Y., Rozumenko, V.T. 2024. Main features of the geomagnetic effect of the October 14, 2023 annular solar eclipse over the Americas. *J. Atmos. Sol.-Terrestr. Phys.* <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364682624001822>.
- Curto, J.J., Heilig, B., Pinol, M. 2006. Modeling the geomagnetic effects caused by the solar eclipse of 11 August 1999. *J. Geophys. Res. Space Phys.* 111(A7). <https://doi.org/10.1029/2005JA011499> A07312.
- Kim, J., Chang, H. 2014. Do inner planets modulate the space environment of the Earth? *Journal of Astronomy and Space Sciences* 31, 7–13.
- Kim, J., Chang, H. 2018. Statistical analysis of geomagnetic field variations during solar eclipses. *Adv. Space Res.* 61 (8), 2040–2049.
- Korte, M., Luhr, H., Förster, M., Haak, V. 2001. Did the solar eclipse of August 11, 1999, show a geomagnetic effect? *J. Geophys. Res.* 106, 18563–18576.
- Le H., Liu, L., Yue, X., Wan, W. 2009. The ionospheric behavior in conjugate hemispheres during the 3 October 2005 solar eclipse. *Ann. Geophys.* 27, 179–184.
- Ouar, I. D., Astafyeva, E., Maletckii, B. 2024. Ionospheric, Thermo-spheric, Electrodynamic and Magnetic response to the annular solar eclipse of 14 October 2023. *multi-instrumental study*. [10.22541/essoar.171536147.71747626/v1](https://doi.org/10.22541/essoar.171536147.71747626/v1).33.
- Ozcan, O., Aydogdu, M. 2004. Possible effects of the total solar eclipse of August 11, 1999 on the geomagnetic field variations over Elazığ-Turkey. *J. Atmos. Sol.-Terr. Phys.* 66(11), 997–1000. <https://doi.org/10.1016/j.jastp.2004.03.009>.
- Ruhimat, M., Winarko, A., Nuraeni, F., Bangkit, H., Aris, M.A., Suwardi, S. 2016. Effect of March 9, 2016 total solar eclipse on geomagnetic field variation. *J. Phys. Conf.* 771, 012036

- Strestík, J. 2001. The response of the 11 August 1999 total solar eclipse in the geomagnetic field. *Earth Moon Planets* 85, 561–5669.
- Syafitri, N., et al. 2022. Analysis of H-component of geomagnetic variation in Indonesian region. In: *Proceeding of the 2022 International Conference on Computer, Control, Informatics and Its Applications the (IC3INA '22)*, pp. 341–344 (2023)
- Tomas, A.T., Lühr, H., Rother, M. 2009. Mid-latitude solar eclipses and their influence on ionospheric current systems. *Ann Geo* 27, 4449–4461.
- Woodroffe, J.R., Morley, S.K., Jordanova, V.K., Henderson, M.G., Cowee, M.M., Gjerloev, J.G. 2016. The latitudinal variation of geoelectromagnetic disturbances during large ($Dst \leq -100nT$) geomagnetic storms. *Space Weather* 14, 668–681.
- Yamazaki, Y., Yumoto, K., Cardinal, M.G., Fraser, B.J., Hattori, P., Kakinami, Y., Liu, J.Y., Lynn, K.J.W., Marshall, R., McNamara, D., Nagatsuma, T., Nikiforov, V.M., Otadoy, R.E., Ruhimat, M., Shevtsov, B.M., Shiokawa, K., Abe, S., Uozumi, T., Yoshikawa, A. 2011. An empirical model of the quietdaily geomagnetic field variation. *J. Geophys. Res.* 116, A10312.
- Yamazaki, Y., Maute, A. 2017. Sq and EEJ-a review on the daily variation of the geomagnetic field caused by ionospheric dynamo currents. *Space Sci. Rev.* 206, 299–405.