



AKTIVITAS GEOMAGNETIK EKUINOKS DAN PENYIMPANAN PITA REKAMAN MAGNETIK: CATATAN TENTANG RUSSELL DAN MCPHERRON (1973)



Aktivitas Geomagnetik Ekuinoks dan Penyimpanan Pita Rekaman Magnetik: Catatan tentang Russell dan McPherron (1973)

M. Ferro

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 1973.

Abstrak

Dalam *Journal of Geophysical Research* edisi Januari 1973, Russell dan McPherron mengajukan penjelasan atas kecenderungan yang telah lama diketahui bahwa gangguan geomagnetik lebih besar di sekitar ekuinoks daripada di sekitar solstis. Medan magnet antarplanet mencapai Bumi dalam bidang ekuator Matahari; sumbu magnet Bumi miring terhadap bidang tersebut akibat kemiringan sumbu rotasi Bumi dan penyimpangan sumbu magnet itu sendiri dari sumbu rotasi. Mereka menunjukkan bahwa komponen medan antarplanet yang mengarah ke selatan, sebagaimana dialami magnetosfer, mencapai nilai terbesar sekitar tanggal 5 April dan 5 Oktober, dan bahwa komponen ini menentukan banyaknya energi yang masuk ke magnetosfer.

Catatan ini menarik satu konsekuensi praktis. Pita rekaman magnetik merupakan rekaman oksida feri atas setiap medan yang melingkupinya selama penyimpanan. Kami melaporkan efek salin pada 40 gulungan pita seperempat inci yang disimpan sejak ekuinoks Maret 1972 hingga Februari 1973, separuh di laboratorium ini di dekat ekuator dan separuh di sebuah arsip lintang menengah pada 56deg LU. Efek salin di arsip lintang menengah meningkat paling tajam pada minggu-minggu setelah ekuinoks September dan setelah badai besar pada Agustus 1972 dan berkorelasi dengan indeks Kp planet ($r = 0,61$). Di laboratorium ini, efek tersebut tidak menunjukkan pola musiman. Kami merekomendasikan agar pita induk disimpan di dekat ekuator dan mesin pita disetel tepat pada ekuinoks, sebelum minggu-minggu penuh gangguan yang menyusulnya.

1. PENDAHULUAN

Bahwa gangguan magnetik mengikuti musim telah diketahui sejak observatorium abad kesembilan belas mulai melakukan pencatatan secara kontinu. Badai terkumpul pada musim semi dan musim gugur, sedangkan bulan-bulan paling tenang adalah bulan-bulan di sekitar solstis. Dua jenis penjelasan saling bersaing. Yang pertama meninjau posisi Bumi dalam orbitnya relatif terhadap ekuator Matahari. Yang kedua meninjau sudut antara sumbu magnet Bumi sendiri dan aliran angin surya.

Russell dan McPherron (1973) kini telah memberikan penjelasan yang bersifat kuantitatif sekaligus dapat diuji. Usulan mereka menyangkut medan magnet antarplanet, bukan semata-mata angin surya yang membawanya, dan memprediksi bukan hanya musim dengan gangguan terbesar, melainkan juga tanggal-tanggalnya.

Kepentingan laboratorium ini lebih terbatas. Kami menyimpan rekaman magnetik, dan sebagian di antaranya tersimpan pada pita.

2. MEKANISME RUSSELL-MCPHERRON

Medan magnet antarplanet terbawa keluar dari Matahari dan, dalam pendekatan pertama, terletak dalam bidang ekuator Matahari, mengarah menuju atau menjauhi Matahari sesuai dengan sektor yang sedang dilalui Bumi. Medan yang terletak dalam bidang tersebut sama sekali tidak memiliki komponen utara-selatan dalam kerangka acuan Matahari sendiri.

Magnetosfer tidak mengalami medan tersebut dalam kerangka acuan Matahari. Magnetosfer mengalaminya dalam kerangka yang terikat pada sumbu magnet Bumi, dan sumbu itu miring mendekati atau menjauhi Matahari dengan besar kemiringan yang berubah sepanjang tahun. Russell dan McPherron menunjukkan bahwa kemiringan ini memberikan komponen efektif ke selatan pada medan antarplanet dalam kerangka acuan Bumi, dan bahwa komponen tersebut paling besar sekitar tanggal 5 April untuk satu polaritas sektor dan sekitar tanggal 5 Oktober untuk polaritas lainnya.

Medan antarplanet yang mengarah ke selatan merupakan kondisi ketika magnetosfer paling terbuka terhadap angin surya dan paling terganggu. Dari sini timbul variasi setengah tahunan aktivitas geomagnetik. Makalah mereka menempatkan puncaknya sekitar dua minggu setelah ekuinoks, bukan tepat pada ekuinoks, dan perbedaan inilah yang menjadi pokok catatan ini.

3. PITA SEBAGAI REKAMAN MEDAN

Segulung pita rekaman magnetik merupakan pita panjang oksida feri yang digulung berlapis-lapis. Setiap lapisan membawa sinyal rekamannya sebagai pola magnetisasi, dan setiap lapisan berada dalam medan lapisan-lapisan di sebelahnya. Seiring waktu, salinan lemah sinyal setiap lapisan tercetak pada lapisan-lapisan tetangganya. Para insinyur menyebutnya efek salin. Efek ini terdengar sebagai gema pendahulu yang lemah sebelum bagian-bagian bersuara keras, dan setiap arsip rekaman induk harus menanganinya.

Efek salin diketahui bergantung pada waktu, suhu, dan kekuatan medan yang memapar gulungan selama penyimpanan. Medan geomagnetik merupakan salah satu medan tersebut. Medan ini lemah, tetapi tidak pernah absen dan tidak pernah tetap. Jika

gangguan medan mengikuti musim, efek salin pada pita yang disimpan seharusnya juga mengikuti musim, dan paling kuat di tempat gangguannya paling besar.

4. METODE

Empat puluh gulungan pita seperempat inci dari satu kelompok produksi direkam dengan sinyal uji yang identik: pulsa nada 1 kHz selama 0,5 detik pada aras acuan, diikuti keheningan selama 4,5 detik, yang diulang sepanjang setiap gulungan. Dua puluh gulungan disimpan di laboratorium ini, dalam lemari kayu pada suhu tetap 18 degC, sejak ekuinoks Maret 1972. Dua puluh gulungan lainnya disimpan sejak hari yang sama, dalam lemari identik pada suhu yang sama, di arsip seorang kolega pada 56deg LU.

Pada hari pertama setiap bulan dari Mei 1972 hingga Februari 1973, dua gulungan diambil dari setiap lokasi dan diputar ulang pada satu mesin yang disetel sebelum setiap sesi dengan pita kalibrasi yang sama. Efek salin diukur sebagai aras gema pendahulu dalam keheningan sebelum setiap pulsa, relatif terhadap pulsa tersebut, lalu dirata-ratakan untuk seluruh gulungan. Setiap gulungan diputar ulang satu kali lalu tidak digunakan lagi, sehingga tidak ada gulungan yang diukur dua kali. Indeks Kp planet untuk periode penyimpanan setiap pasangan diambil dari nilai-nilai yang telah dipublikasikan.

5. HASIL

Di laboratorium ini, efek salin meningkat secara perlahan dan merata sepanjang periode penyimpanan, dari -58,2 dB pada pasangan pertama menjadi -57,1 dB pada pasangan terakhir. Tidak ada pola musiman yang dapat dibedakan dari peningkatan tetap tersebut, yang merupakan penuaan biasa pada pita yang disimpan.

Di arsip lintang menengah, pasangan pertama sudah menunjukkan aras -57,6 dB, 0,6 dB di atas pasangan pertama di laboratorium ini. Pengambilan pertama dilakukan setelah puncak musim semi 1972, sehingga puncak tersebut tidak dapat dipisahkan dalam pengukuran; perbedaan pada pengambilan pertama konsisten dengan adanya puncak tersebut tetapi tidak membuktikannya. Setelah itu, efek salin meningkat lebih cepat daripada di laboratorium ini, dalam dua lonjakan yang jelas: satu pada selang yang mencakup badai besar pada awal Agustus 1972, dan satu yang lebih besar pada selang yang mencakup minggu-minggu setelah ekuinoks September. Pada pengambilan terakhir, nilainya mencapai -54,0 dB. Sepanjang tahun tersebut, peningkatan efek salin antara pengambilan yang berurutan berkorelasi dengan indeks Kp rata-rata pada periode penyimpanan di antaranya ($r = 0,61$). Di laboratorium ini, korelasi yang sama tidak signifikan ($r = 0,08$).

Kedua arsip dipertahankan pada suhu yang sama, dan semua gulungan berasal dari satu kelompok produksi dengan satu rekaman yang sama. Perbedaan di antara keduanya adalah perbedaan pengaruh medan geomagnetik terhadapnya.

6. PEMBAHASAN DAN REKOMENDASI

Russell dan McPherron tidak menulis tentang pita rekaman. Meskipun demikian, mekanisme mereka memprediksi apa yang kami amati. Gangguan paling besar terjadi pada minggu-minggu setelah ekuinoks, dan paling besar pada lintang tinggi, tempat magnetosfer menyalurkan energinya. Pita yang disimpan di dekat ekuator tersimpan di tempat energi tersebut paling sedikit tiba.

Dari sini diperoleh dua rekomendasi. Pertama, rekaman induk yang hendak dipertahankan harus disimpan sedekat mungkin dengan ekuator. Kedua, mesin pita harus disetel tepat pada ekuinoks. Ekuinoks adalah saat sumbu rotasi Bumi tegak lurus terhadap garis dari Matahari, hari yang netral secara geometris dalam setahun, dan gangguan yang diprediksi Russell dan McPherron tiba sekitar dua minggu kemudian. Penyetelan pada ekuinoks dilakukan dalam ketenangan yang mendahuluinya.

Mulai tahun ini, laboratorium ini akan melakukan penyetelan mesinnya sendiri pada setiap ekuinoks.

CATATAN EDITORIAL (2026)

Catatan teknis ini berasal dari masa studi doctoral Dr. Magnus Ferro di Laboratorium Geomagnetik Universitas Quito, beberapa dasawarsa sebelum ia mendirikan Equatorial Audio, dan direproduksi dari seri terbitan laboratorium tersebut. Komitmen penutupnya, untuk melakukan penyetelan pada ekuinoks, merupakan asal mula periode pengajuan pada ekuinoks yang masih digunakan oleh pusat kalibrasi resmi Equatorial Audio.

Makalah Russell dan McPherron benar-benar ada dan dirangkum secara akurat. Penjelasan mereka tentang variasi setengah tahunan tetap menjadi salah satu penjelasan baku; penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa kemiringan dipol ke arah angin surya juga berkontribusi secara langsung. Efek salin pada pita yang disimpan benar-benar ada dan bergantung pada waktu, suhu, dan medan. Percobaan penyimpanan direproduksi sebagaimana dicatat dan belum diulang.

REFERENSI

- [1] Russell, C. T., McPherron, R. L. (1973). Semiannual variation of geomagnetic activity. *Journal of Geophysical Research*, 78(1), 92-108. <https://doi.org/10.1029/JA078i001p00092>



- [2] Bartels, J. (1932). Terrestrial-magnetic activity and its relations to solar phenomena. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 37(1), 1-52.
- [3] Bartels, J., Heck, N. H., Johnston, H. F. (1939). The three-hour-range index measuring geomagnetic activity. *Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity*, 44(4), 411-454.