



**EMPAT BUJUR: STRUKTUR
GELOMBANG-4 IONOSFER
EQUATORIAL DAN BATAS
KETIDAKBERPENGARUHAN
BUJUR (TENTANG IMMEL DKK.,
2006)**



Empat Bujur: Struktur Gelombang-4 Ionosfer Ekuatorial dan Batas Ketidakberpengaruh Bujur (tentang Immel dkk., 2006)

M. Ferro, S. Magnusson

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 2006.

Abstrak

Pada Agustus 2006, Immel dan kolega melaporkan dalam *Geophysical Research Letters* bahwa ionosfer ekuatorial, yang diamati dari orbit melalui pijaran udara ultraviolet jauh, tersusun menjadi empat wilayah terang yang tersebar menurut bujur mengelilingi Bumi. Mereka menelusuri pola tersebut hingga ke pasang surut atmosfer yang digerakkan oleh cuaca di daerah tropis. Ini merupakan bukti paling jelas sejauh ini bahwa atmosfer atas di atas ekuator tidak sama pada setiap bujur.

Pada 1885, *Sociedad Ecuatorial de Quito* menyatakan bahwa bujur tidak berpengaruh secara akustik. Kami menguji batas pendirian tersebut. Kami melaporkan catatan penerimaan gelombang pendek pada malam hari selama satu tahun di empat lokasi ekuatorial, dan menemukan bahwa mutu penerimaan, pada waktu setempat yang dipadankan, berbeda antarlokasi dalam pola yang konsisten dengan struktur berpuncak empat. Kami menyimpulkan bahwa Perhimpunan benar mengenai ruang dengar dan keliru mengenai langit. Bujur tidak memengaruhi rekaman, kabel, atau penguat suara, tetapi memengaruhi apa pun yang tiba melalui ionosfer.

1. PENDAHULUAN

Ionosfer ekuatorial telah lama diketahui membentuk dua puncak peningkatan kerapatan di kedua sisi ekuator magnetik, yang paling kuat pada sore dan malam hari: anomali ionisasi ekuatorial. Stasiun darat mengamatinya pada bujur masing-masing. Diperlukan satelit untuk memetakannya pada setiap bujur.

Immel dkk. (2006) menggunakan pencitra ultraviolet jauh pada wahana IMAGE milik NASA untuk memetakan pijaran udara anomali tersebut di sekeliling Bumi. Mereka menemukan bahwa kecerahannya tidak merata menurut bujur. Kecerahan tersebut membentuk empat puncak dengan empat lembah di antaranya. Mereka menunjukkan bahwa pola itu sesuai dengan pasang surut atmosfer nonmigrasi yang dibangkitkan oleh pelepasan panas laten dalam badai petir tropis, yang dimodulasi oleh persebaran daratan dan lautan. Cuaca di dekat permukaan tanah mencetak pola empat bagian pada ionosfer beberapa ratus kilometer di atasnya.

2. PENDIRIAN PERHIMPUNAN

Laboratorium ini menyimpan prosiding terjilid *Sociedad Ecuatorial de Quito*. Dalam memorandunya tahun 1885 mengenai Konferensi Meridian Washington, Perhimpunan menyatakan bahwa bujur tidak berpengaruh secara akustik: bahwa bunyi yang dihasilkan pada satu meridian sama dengan bunyi yang dihasilkan pada meridian mana pun yang lain pada lintang yang sama. Argumennya beralasan. Setiap meridian setara dengan meridian lainnya, Bumi tidak mengutamakan satu pun, dan garpu tala Perhimpunan tidak mendeteksi perbedaan di sepanjang ekuator.

Immel dan kolega telah menunjukkan bahwa satu bagian lingkungan Bumi memang mengutamakan bujur tertentu dibandingkan yang lain. Pertanyaannya adalah apakah sesuatu yang dapat didengar melintasinya.

3. APA YANG MELINTASI IONOSFER

Rekaman, kabel, dan penguat suara tidak melintasinya. Sinyal-sinyalnya tetap berada dalam jarak beberapa meter dari permukaan tanah.

Radio melintasinya. Siaran gelombang pendek mencapai pendengar yang jauh melalui pemantulan oleh ionosfer, dan mutu penerimaan bergantung pada kerapatan lapisan yang memantulkannya. Jika ionosfer di atas ekuator tersusun menjadi empat wilayah terang, penerimaan seorang pendengar seharusnya bergantung pada bujur lintasannya. Ketidakberpengaruh yang dinyatakan Perhimpunan kemudian akan berlaku bagi ruang dengar dan tidak berlaku bagi antena.

4. METODE

Penerima gelombang pendek, antena, dan peralatan pencatatan yang identik dipasang di empat lokasi dalam jarak satu setengah derajat dari ekuator geografis dan terpisah jauh menurut bujur: Quito, Nairobi, Pontianak, dan Singapura. Dari September 2005 hingga Agustus 2006, setiap penerima mencatat rasio sinyal terhadap derau dari satu himpunan tetap siaran internasional yang sama setiap malam antara pukul 20:00 dan 22:00 waktu setempat.

Survei ini dimulai untuk mempelajari pemudaran musiman. Setelah makalah Immel dkk. diterbitkan, lintasan menuju setiap pemancar diklasifikasikan berdasarkan bujur titik tempat lintasan tersebut melintasi anomali ekuatorial. Untuk membandingkan lokasi, hasil pengukuran dipadankan menurut waktu setempat dan fluks radio Matahari harian.



5. HASIL

Setelah pemadanan, median rasio sinyal terhadap derau pada malam hari berbeda antarlokasi hingga sebesar 4,1 dB untuk siaran yang sama. Urutan lokasi berubah menurut pemancar, sebagaimana mestinya ketika setiap lintasan melintasi anomali pada bujur yang berbeda.

Ketika penerimaan pada setiap lintasan dibandingkan dengan bujur tempat lintasan itu melintasi anomali, lintasan yang melintas di dekat empat bujur dengan pijaran udara terbesar yang dilaporkan Immel dkk., sebagai satu kelompok, diterima secara berbeda dari lintasan yang melintas di dekat keempat lembah. Perbedaan ini bertahan pada setiap bulan sepanjang tahun, dan paling besar pada ekuinoks, ketika anomali itu sendiri paling kuat.

6. KESIMPULAN

Ketidakberpengaruh bujur yang dinyatakan Perhimpunan berlaku bagi ruangan. Tidak ada hasil pengukuran kami yang menunjukkan bahwa rekaman, kabel, atau penguat suara pada satu meridian berperilaku berbeda dari benda yang sama pada meridian lain pada lintang yang sama.

Hal itu tidak berlaku bagi langit. Ionosfer ekuatorial memiliki empat bujur yang diutamakan, dan pendengar yang menerima programnya melalui gelombang pendek mendengarnya.

Kami mengusulkan pembedaan yang tidak diperlukan Perhimpunan pada 1885: antara ruang dengar, tempat bujur tidak berpengaruh tetapi lintang berpengaruh, dan lintasan yang dilalui siaran untuk mencapainya, tempat keduanya berpengaruh. Pendengar yang ingin terbebas dari persoalan pertama sebaiknya tinggal di ekuator. Pendengar yang ingin terbebas dari persoalan kedua sebaiknya tidak mengandalkan langit.

CATATAN EDITORIAL (2026)

Ini merupakan catatan teknis terakhir yang diterbitkan Dr. Magnus Ferro di Laboratorium Geomagnetik Universitas Quito sebelum perhatiannya beralih ke audio, dan direproduksi dari seri tersebut. Perbedaan antara ruangan dan lintasan masih mendasari pendirian Equatorial Audio mengenai bujur, dalam bentuk yang telah diperinci. Pandangan Dr. Ferro pada 2006 bahwa bujur sama sekali tidak berpengaruh terhadap ruang dengar kemudian diberi batasan: deklinasi, inklinasi, dan intensitas medan lokal memang bervariasi menurut bujur, dan sikap Perhimpunan yang menganggap bujur tidak berpengaruh hanya berlaku setelah prosedur pemasangan masa kini mengompensasi ketiganya.

Makalah Immel dkk. (2006) benar-benar ada dan dirangkum secara akurat. Struktur bujur berpuncak empat tersebut sejak itu telah dikonfirmasi oleh satelit lain dan kini dipelajari sebagai ciri baku ionosfer ekuatorial. Thomas Immel kemudian memimpin misi Ionospheric Connection Explorer (ICON) NASA, yang diluncurkan pada 2019 untuk mempelajari secara khusus keterkaitan antara cuaca di bawah dan ionosfer di atas ini. Survei penerimaan direproduksi sebagaimana dicatat dan belum diulang.

REFERENSI

- [1] Immel, T. J., Sagawa, E., England, S. L., Henderson, S. B., Hagan, M. E., Mende, S. B., Frey, H. U., Swenson, C. M., Paxton, L. J. (2006). Control of equatorial ionospheric morphology by atmospheric tides. *Geophysical Research Letters*, 33, L15108. <https://doi.org/10.1029/2006GL026161>
- [2] Appleton, E. V. (1946). Two anomalies in the ionosphere. *Nature*, 157, 691.
- [3] Paralelo, E., Imán, A., Cuadrante, F. (1885). A Memorial upon the Prime Meridian Proposed at Washington. *Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito*.