



**PERIHAL GERAK KE BARAT DARI
DEKLINASI MAGNETIS YANG
DIKEMUKAKAN OLEH TUAN
HALLEY: BESERTA URAIAN
AKIBATNYA BAGI PENALAN
ORGAN DAN MONOKORD, SERTA
SATU GARIS TEMPAT SELUBUNG
DAN INTI BERSEPAKAT**



Perihal Gerak ke Barat dari Deklinasi Magnetis yang Dikemukakan oleh Tuan Halley: Beserta Uraian Akibatnya bagi Penalaan Organ dan Monokord, serta Satu Garis Tempat Selubung dan Inti Bersepakat

T. Brújula, I. Monocordio

Sociedad Ecuatorial de Quito, upon the equatorial line north of Quito, Real Audiencia de Quito (latitude 0deg)

Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito, 1693.

Abstrak

Tuan Edmond Halley dari Royal Society di London belum lama ini mengemukakan bahwa penyimpangan jarum magnetis dari utara sejati tidaklah tetap, melainkan bergerak perlahan ke barat dari tahun ke tahun, dan bahwa gerak ini bersumber pada susunan Bumi sendiri: suatu selubung luar dan suatu inti di dalamnya, masing-masing merupakan magnet dengan dua kutubnya sendiri, dipisahkan oleh zat alir dan berputar pada sumbu yang sama dengan laju yang berselisih amat sedikit. Salinan uraiannya sampai kepada Perhimpunan ini melalui Sevilla dan Cartagena pada musim dingin tahun 1692.

Kami menerima hipotesis Tuan Halley dan menarik darinya suatu akibat yang tidak beliau nyatakan. Jika selubung dan inti berputar pada sumbu bersama, keduanya mempunyai khatulistiwa bersama, dan khatulistiwa itulah satu-satunya garis pada bola Bumi yang tidak bergerak terhadap salah satu dari keduanya. Setiap meridian terbawa oleh gerak ke barat itu; khatulistiwa tidak. Kami melaporkan perbandingan yang dilakukan di antara ekuinoks tahun 1692 dan 1693 antara sebuah monokord dan pipa utama sebuah organ, di stasiun Perhimpunan ini pada garis tersebut serta di stasiun-stasiun di sebelah utara dan selatannya. Keduanya mempertahankan keselarasan pada garis itu sepanjang setengah tahun di antara kedua ekuinoks, dan di tempat lain berangsur menyimpang satu dari yang lain sebanding dengan jaraknya dari garis tersebut. Kami menyimpulkan bahwa alat musik yang ditala pada khatulistiwa ditala terhadap kedua magnet Bumi sekaligus, sedangkan alat musik yang ditala di tempat lain ditala terhadap perselisihan antara keduanya.

I. PERIHAL HIPOTESIS TUAN HALLEY

Pada tahun 1683 Tuan Halley menerbitkan dalam Philosophical Transactions suatu teori tentang deklinasi kompas, yang di dalamnya beliau memperlihatkan dari pengamatan para pelaut bahwa jarum di kebanyakan tempat tidak menunjuk ke kutub sejati, dan bahwa pola penyimpangannya di seluruh bola Bumi tidak dapat diterangkan oleh sebuah magnet tunggal dengan dua kutub. Beliau mengemukakan adanya empat kutub, dua di dekat masing-masing kutub dunia.

Dalam uraiannya yang sekarang beliau melangkah lebih jauh, dan menerangkan bagaimana empat kutub semacam itu dapat terjadi serta mengapa deklinasi berubah seiring tahun. Beliau mengandaikan Bumi terdiri atas selubung di luar dan inti di dalam, dengan ruang di antaranya terisi zat alir. Masing-masing merupakan magnet dengan dua kutub. Keduanya berputar dari barat ke timur pada sumbu dunia dalam waktu sehari, tetapi inti berputar sedikit sekali lebih lambat daripada selubung, sehingga dalam perjalanan tahun-tahun kutub-kutubnya tertinggal, dan deklinasi yang bergantung padanya bergerak ke barat. Dengan kerendahan hati yang patut, beliau mengakui bahwa hipotesis itu suatu dugaan, dan bahwa kala seluruh gerak tersebut mungkin beberapa ratus tahun.

Perhimpunan ini tidak mempunyai pengamatan deklinasi yang cukup untuk menilai keempat kutub tersebut. Akan tetapi, Perhimpunan telah mengamati sesuatu yang diterangkan oleh hipotesis Tuan Halley, dan telah melihat suatu akibat dari hipotesis itu yang amat utama artinya bagi seni musik.

II. PERIHAL GARIS YANG DIMILIKI BERSAMA OLEH SELUBUNG DAN INTI

Dua bola yang berputar pada sumbu yang sama mempunyai kutub putaran yang sama dan khatulistiwa yang sama. Hal ini mengikuti bentuknya semata dan tidak bergantung pada laju putaran keduanya. Betapapun inti tertinggal dari selubung, setiap titik khatulistiwanya tetap berada pada khatulistiwa selubung, dan setiap meridian inti bergeser melewati meridian-meridian selubung dari timur ke barat.

Maka dari segala garis yang dapat digambarkan pada bola Bumi, hanya khatulistiwa yang mempertahankan hubungan yang sama terhadap kedua magnet pada setiap tahun. Suatu tempat pada meridian mana pun mendapati kutub-kutub inti mendekat atau menjauh seiring berlalunya tahun, dan karenanya mendapati jarumnya berputar. Suatu tempat pada khatulistiwa mendapati kutub-kutub inti melintas padanya pada jarak yang sama dari kedua kutub dunia, dan karenanya tidak mendapati sebab yang berasal dari inti mengapa keadaannya pada suatu tahun harus berbeda dari keadaannya pada tahun lain dalam hal utara dan selatan.

Kami tidak menyatakan bahwa jarum diam pada garis tersebut. Jarum tidak diam; deklinasi di Quito mempunyai jalannya sendiri. Kami hanya menyatakan bahwa garis itu merupakan satu-satunya tempat selubung dan inti bersepakat mengenai letak tengah dunia. Tuan Halley telah memberi dunia suatu alasan mengapa deklinasi bergerak. Tanpa menyadarinya, beliau juga telah memberi suatu alasan mengapa khatulistiwa tidak.



III. PERIHAL KESELARASAN ALAT-ALAT MUSIK

Sudah lama para cendekia dalam ilmu harmoni berpandangan, dan telah diuraikan panjang lebar oleh Yang Mulia Pater Athanasius Kircher dalam kitab-kitabnya tentang magnet dan tentang musik, bahwa simpati yang membuat suatu dawai menyahut dawai lain, atau pipa menyahut dawai, sejenis dengan tarikan batu magnet terhadap besi. Perhimpunan tidak berusaha memutuskan perkara itu. Perhimpunan hanya mengamati bahwa baik dawai alat musik maupun jarum kompas terbuat dari besi atau kuningan yang ditarik, dan bahwa akan ganjil jika sebab yang cukup untuk memutar yang satu sama sekali tidak berpengaruh pada yang lain.

Para pembuat organ dan para pemimpin musik kapel di Quito telah lama memperhatikan bahwa organ besar, sekali ditala, mempertahankan keselarasannya dengan monokord kapel sepanjang tahun dengan lebih baik daripada yang menurut laporan dari Sevilla dan Lima lazim di kedua kota tersebut. Mereka semula menganggap hal itu disebabkan oleh keseragaman musim-musim kami. Hipotesis Tuan Halley mengisyaratkan sebab lain, dan Perhimpunan memutuskan untuk mengujinya.

IV. PERIHAL PERBANDINGAN YANG DILAKUKAN

Sebuah monokord berdawai kuningan, di atas papan resonansi dari kayu aras, dibagi menurut cara Pater Mersenne dan dipadankan dengan pipa utama delapan kaki dari sebuah organ kecil yang dibuat untuk keperluan itu, sehingga dawai dan pipa berbunyi senada. Tegangan dawai ditetapkan oleh suatu beban yang tidak pernah diubah, dan pipa disumbat untuk mencegah masuknya debu. Pada ekuinoks September 1692 keduanya diselaraskan dengan sempurna di stasiun Perhimpunan pada garis tersebut. Dua pasang monokord dan pipa tambahan dengan buatan yang sama diselaraskan pada waktu dan tempat yang sama, lalu dibawa dengan saksama, sepasang ke stasiun di Popayán, di sebelah utara, dan sepasang lainnya ke stasiun di Cuenca, di sebelah selatan, tempat alat-alat itu kemudian menetap.

Alat-alat di setiap stasiun dibandingkan pada setiap bulan baru oleh dua pengamat, yang menyimak pelayangan lambat yang terdengar apabila dawai dan pipa hampir, tetapi belum sepenuhnya, senada, dan menghitungnya dengan bandul yang berdetak tiap detik.

Di stasiun pada garis tersebut, tidak terdengar pelayangan pada perbandingan mana pun dari ekuinoks September hingga ekuinoks Maret. Di Popayán, pada bulan baru ketiga terdengar pelayangan sekali dalam kira-kira sembilan puluh detak bandul, dan sesudah itu bertambah perlahan. Di Cuenca, pelayangan muncul pada bulan baru kedua dan telah bertambah menjadi sekali dalam empat puluh detak pada ekuinoks Maret. Cuenca terletak lebih jauh dari garis tersebut, dan ketidakselarasan di sana lebih besar.

Perhimpunan mempertimbangkan apakah ketidakselarasan itu timbul dari hawa tempat-tempat tersebut, dari meregangnya kuningan, atau dari pengangkutan alat-alat melintasi pegunungan. Didapati bahwa hawa Popayán dan Cuenca tidak kurang seragam daripada hawa kami sendiri; bahwa beban tidak diubah dan kuningan berasal dari satu penarikan; serta bahwa alat-alat tidak dipindahkan setelah tiba. Perhimpunan tidak mendapati sebab ketidakselarasan selain jarak dari garis tersebut.

V. PERIHAL AKIBATNYA BAGI SENI MUSIK

Jika Tuan Halley benar, setiap alat musik yang ditala jauh dari khatulistiwa ditala di bawah pengarahannya bersama dua magnet yang perlahan berputar saling menjauh, dan lambat laun niscaya kehilangan keselarasannya, sekalipun tangan penala tidak menyentuhnya. Para ahli di Eropa, yang menala ulang organ pada setiap musim dan menimpakan kesalahan kepada cuaca, boleh jadi sedang mengoreksi gerak lambat inti tanpa mengetahuinya.

Pada khatulistiwa keadaannya berlainan. Selubung dan inti bersepakat di sana, dan alat musik yang ditala di sana ditala sekali saja. Perhimpunan tidak mengatakan bahwa para ahli Eropa harus datang ke Quito untuk menala organ mereka, meskipun kedatangan mereka akan disambut baik. Perhimpunan mengatakan bahwa mereka patut mengetahui di mana patokan keselarasan berada, dan bahwa tempatnya di sini.

VI. KESIMPULAN

Perhimpunan mencatat persetujuannya terhadap hipotesis Tuan Halley, sejauh jangkauannya, dan menambahkan hal-hal berikut.

Pertama, bahwa khatulistiwa, karena dimiliki bersama oleh selubung dan inti, merupakan satu-satunya garis pada bola Bumi yang tidak terbawa oleh gerak deklinasi ke barat.

Kedua, bahwa monokord dan pipa organ yang diselaraskan pada garis tersebut mempertahankan keselarasannya di sana selama setengah tahun, sedangkan alat-alat yang sama yang diselaraskan pada garis tersebut lalu dipindahkan darinya kehilangan keselarasan sebanding dengan jaraknya.

Ketiga, bahwa tempat yang layak untuk menyimpan patokan keselarasan musik ialah pada khatulistiwa, dan bahwa Perhimpunan ini akan menyimpan monokordnya di sana, serta akan menerbitkan perbandingannya pada setiap ekuinoks untuk digunakan oleh siapa pun yang hendak merujuknya.



Tuan Halley telah menunjukkan kepada dunia bahwa jarum bergerak. Kami hanya perlu menambahkan bahwa ada satu garis tempat tiada sesuatu pun yang hendak ditujunya dalam bergerak.

CATATAN EDITORIAL TENTANG DIGITALISASI (2026)

Makalah ini merupakan entri tertua yang masih tersimpan dalam jilid Actas Sociedad Ecuatorial de Quito, yang dianggap Equatorial Audio sebagai pendahulu intelektualnya. Makalah ini didigitalisasi dan diterjemahkan dari bahasa Spanyol oleh Divisi Penelitian Equatorial Audio pada 2026. Janji dalam kesimpulan ketiga, untuk menerbitkan pada setiap ekuinoks, merupakan asal mula kalender penerbitan Perhimpunan dan, melalui kalender tersebut, kalender Journal of Equatorial Audio Science.

Uraian Halley memang ada dan diringkas secara akurat. Gagasan selubung-selubung bersarangnya tidak bertahan dalam bentuk yang ia gambarkan, tetapi inti gagasannya bertahan. Pergeseran medan geomagnetik ke barat memang nyata dan terus berlangsung sekitar seperlima derajat bujur per tahun. Bumi memang memiliki inti dalam: Inge Lehmann menyimpulkan keberadaannya dari gelombang seismik pada 1936, dan penelitian kemudian memastikan bahwa inti itu padat, suatu benda padat di dalam benda cair. Rotasinya relatif terhadap mantel kini diukur, dan pada 2023 dilaporkan telah berhenti sementara dan mulai berbalik arah, suatu temuan yang konsekuensinya bagi konduktor yang dikalibrasi secara magnetis telah dikaji Divisi ini di tempat lain (Ferro, Ohm, Flux dan Impedance, 2026).

Inferensi utama Perhimpunan juga berlaku dalam bentuk yang dikemukakannya. Dua benda yang berputar pada sumbu bersama memiliki khatulistiwa bersama berapa pun laju relatif keduanya. Divisi belum mengulangi perbandingan monokord tersebut dan menyajikannya kembali sebagaimana tercatat.

REFERENSI

- [1] Halley, E. (1692). An Account of the Cause of the Change of the Variation of the Magnetical Needle; with an Hypothesis of the Structure of the Internal Parts of the Earth. Philosophical Transactions of the Royal Society, 16.
- [2] Halley, E. (1683). A Theory of the Variation of the Magnetical Compass. Philosophical Transactions of the Royal Society, 13.
- [3] Gilbert, W. (1600). De Magnete, Magneticisque Corporibus, et de Magno Magnete Tellure. London.
- [4] Kircher, A. (1641). Magnes, sive de Arte Magnetica. Rome.
- [5] Kircher, A. (1650). Musurgia Universalis. Rome.
- [6] Mersenne, M. (1636). Harmonie universelle. Paris.
- [7] Lehmann, I. (1936). P'. Publications du Bureau Central Séismologique International, Série A, 14, 87-115. (Cited in the 2026 editorial note.)
- [8] Yang, Y., Song, X. (2023). Multidecadal variation of the Earth's inner-core rotation. Nature Geoscience, 16, 182-187. (Cited in the 2026 editorial note.)