



KAJIAN LITERATUR BERBASIS FAKTA DAN DAMPAK ROTASI INTI BUMI TERHADAP MAKHLUK HIDUP

Rieke Nur Fitria

Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Hanin Nabila

Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

Qurrotul A'yunin Nafi'ah

Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

An Nuril Maulida Fauziah

Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

correspondent author: rieke.22103@mhs.unesa.ac.id

Abstract: *Basically, the solar system has planets, one of which is the earth, which has an inner layer in the form of the earth's core. In the earth's core, the rotation of the earth's core can occur. This article aims to identify the mechanism of the causes and movements of the earth's core rotation, the facts and possibilities that occur in the rotation of the earth's core, and the impacts caused for the survival of living things in the future. This article uses the Literature Review method in discussing this article from various national and international journals which are then processed and summarized. This article discusses the rotation of the earth's core which is the movement of the core on the earth that rotates on its axis with the direction of rotation counterclockwise. At the core of the earth there is a liquid outer core and a solid inner core whose temperature is up to 4,300-6000 K. Electromagnetic torque originating from the result of the magnetic field in the outer core and gravity between the inner core and mantle that affects the rotational movement of the earth's core. Research shows that currently the rotation of the earth's core undergoes cyclical changes for 60-70 years and affects the earth's magnetic field. The rotation of the earth's core that affects the earth's magnetic field also affects the protection of the planet from solar cosmic radiation, navigation of migratory animals, and natural disaster phenomena that occur on earth. This makes the earth has complex dynamics because of the phenomena that occur.*

Keywords: *Earth's Core Rotation, Impact on living things, Mechanism*

Abstrak: Pada dasarnya tata surya memiliki planet yang salah satunya bumi yang memiliki lapisan bagian dalam berupa inti bumi. Pada inti bumi dapat terjadi rotasi inti bumi. Artikel ini bertujuan dalam mengidentifikasi mekanisme penyebab dan pergerakan terjadinya rotasi inti bumi, fakta dan kemungkinan yang terjadi pada rotasi inti bumi, serta dampak yang ditimbulkan untuk keberlangsungan makhluk hidup di masa depan. Artikel ini menggunakan

metode Literature Review dalam pembahasan artikel ini dari berbagai jurnal nasional dan internasional yang kemudian diolah dan disimpulkan. Artikel ini membahas Rotasi inti bumi yang merupakan gerakan inti pada bumi yang berputar di porosnya dengan arah putarnya berlawanan arah jarum jam. Pada inti bumi terdapat inti luar yang berwujud cair dan inti k dalam yang berwujud padat yang suhunya sampai 4.300-6000 K. Torsi elektromagnetik yang asalnya dari hasil medan magnet di inti luar dan gravitasi di antara inti dalam dan mantel yang mempengaruhi pergerakan rotasi inti bumi. Pada penelitian menunjukkan bahwa sekarang ini rotasi inti bumi mengalami perubahan siklus selama 60 -70 tahun dan mempengaruhi medan magnet bumi. Rotasi inti bumi yang mempengaruhi medan magnet bumi juga berpengaruh pada perlindungan pada planet bumi dari radiasi kosmik matahari, navigasi hewan migrasi, dan fenomena bencana alam yang terjadi di bumi. Hal tersebut membuat bumi memiliki dinamika yang kompleks karena fenomena - fenomena yang terjadi

Kata kunci: Rotasi Inti bumi, Dampak bagi makhluk hidup, Mekanisme

LATAR BELAKANG

Bumi merupakan termasuk dalam kelompok bagian - bagian di tata surya. Dalam tata surya bumi termasuk blek planet yang terikat oleh gaya gravitasinya. Bumi memiliki susunan lapisan dalam penyusunannya diantaranya yaitu inti bumi. Inti bumi termasuk bagian terdalam bumi yang letaknya berkisar 2900 km dari kerak bumi ke pusat bumi. Pada inti bumi merupakan lapisan terdalam bumi yang memiliki bentuk seperti bola solid. Inti bumi memiliki penyusun yang utamanya terdiri atas besi, nikel yang menjadikan karakteristik inti bumi memiliki sifat yang pejal atau keras dan didalamnya diselubungi oleh lapisan cairan yang kental (Hardjono, 2015). Pada inti bumi terdapat bagian luar inti bumi dan bagian dalam di inti bumi. pada bagian luar inti bumi banyak tersusun oleh besi dan dapat terjadi perubahan sifat material yang awalnya padatan dapat menjadi cairan yang disebabkan turunya titik lebur dari material yang mengandung besi. Pada inti bumi bagian dalam banyak terkandung logam yang padat hal ini penyebabnya karena adanya tekanan yang semakin dalam yang berakibat pada naiknya titik lebur pada logam (Wahidah, 2015).

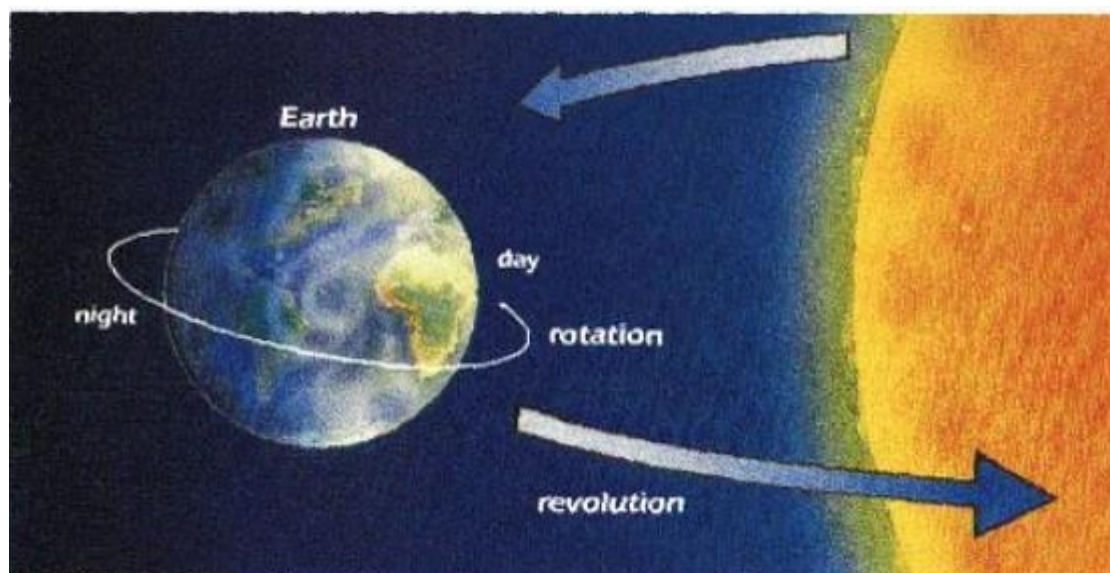
Rotasi inti bumi merupakan suatu fenomena alam yang terjadi di bumi dan menyebabkan dampak yang signifikan yang dapat terjadi di bumi. Pada inti bumi terdapat kandungan besi dan nikel berwujud cair dan berputar di porosnya yang dapat membuat medan magnet yang penting yang digunakan untuk keberlangsungan kehidupan makhluk hidup yang ada di bumi (Syukri, 2020). Rotasi inti bumi berupa gerakan memutar yang kemudian dihasilkan medan magnet bumi yang berguna dalam melindungi bumi dari berbagai radiasi dan acaan berbahaya dari luar angkasa. Selain melindungi bumi dari berbagai dampak yang ditimbulkan dari benda - benda langit lain yang ada di tata surya medan magnet juga berguna dalam menjaga atmosfer di bumi yang sangat berguna dan penting untuk kehidupan makhluk hidup di bumi. Rotasi inti bumi juga berpengaruh terhadap terjadinya gejala - gejala alam yang terjadi di bumi yang berupa aktivitas vulkanik gunung berapi, pergerakan pada lempeng tektonik juga perubahan iklim yang terjadi di kehidupan sehari - hari. inti bumi menjadi peranan penting dalam beberapa fenomena - fenomena yang terjadi di bumi ini dan fenomena yang terjadi tersebut juga berpengaruh untuk kehidupan di bumi ini untuk kedepannya (Yanto, 2023).

Pengetahuan yang lebih mendalam tentang rotasi inti bumi diperlukan dalam mengetahui mekanisme terjadinya rotasi inti bumi, penyebabnya, dampak yang ditimbulkan untuk makhluk hidup yang ada di bumi dan kemungkinan yang terjadi apabila terdapat hal yang tidak sesuai yang terjadi dalam mekanisme rotasi inti bumi seperti biasanya. Oleh karena itu artikel ini bertujuan untuk mengidentifikasi mekanisme, penyebab dan dampak terjadinya rotasi inti bumi bagi makhluk hidup serta fakta dan kemungkinan - kemungkinan yang terjadi pada rotasi inti bumi di masa depan. Sehingga akan lebih banyak pengetahuan yang lebih menyeluruh tentang rotasi inti bumi dan dampaknya untuk sistem planet yang kita tinggali dan keberlangsungan kehidupan di planet ini.

METODE PENELITIAN

Metode yang diterapkan pada artikel ini adalah Literature Review yang berasal dari berbagai jurnal dan buku di tingkat nasional dan juga internasional. Literature review adalah pencarian dan penyelidikan terhadap kepustakaan yang dengan cara memeriksa, membaca, meneliti dan menganalisis dari berbagai sumber jurnal, buku yang berkaitan dengan topik pada artikel yang menghasilkan bacaan yang bertepatan dengan topik atau masalah yang dibahas. Metode ini menghasilkan informasi dari berbagai data yang ada, dan penjelasan dari penemuan yang mana dapat digunakan untuk contoh dalam menyusun kajian pada penelitian dalam pembuatan pembahasan yang runtut dan jelas pada isi topik masalah yang diteliti yang menghasilkan bacaan yang bertepatan dengan topik atau masalah yang dibahas. Metode literatur review menerapkan langkah - langkah yang sistematis berupa permasalahan yang diformulasikan, pengumpulan data, evaluasi data, dan menginterpretasikan data dengan fokus khusus. pengumpulan sumber bahan bacaan yang dipilih yang sesuai dengan kriteria inklusi dimana batas waktu penerbitan untuk jurnal 5 tahun terakhir dan untuk buku 10 tahun terakhir, juga jurnal yang tersedia dengan full text, dan diterbitkan di internet dengan platform yang open access maupun close access.

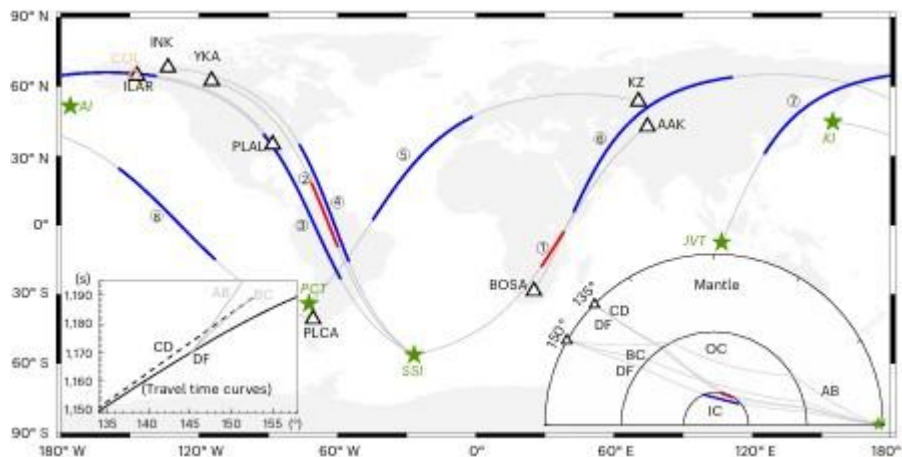
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3.1 Rotasi Bumi (Sumber: El-Falaky: Jurnal Ilmu Falak)

Rotasi Bumi adalah gerakan planet bumi yang berputar pada porosnya dengan perputaran berlawanan arah dengan arah jarum jam (Parisita et al., 2023). Sehingga secara mendasar, rotasi inti bumi merupakan pergerakan inti dalam planet bumi yang berputar pada porosnya dengan perputaran berlawanan arah dengan arah jarum jam. Bumi itu sendiri terdiri dari tiga lapisan yakni lapisan kerak bumi selebar $\pm 25 - 40$ km, mantel bumi selebar ± 2.900 km, dan inti bumi yang terdiri dari inti dalam dan inti luar. Inti dalam bumi berupa padatan yang dipisahkan inti luar bumi yang berupa cairan panas dengan suhu dari bagian paling luar menuju inti dalam berkisar antara $4.300 - 6.000$ K. Rotasi inti dalam digerakkan oleh torsi elektromagnetik yang timbul dari hasil medan magnet di inti luar. Torsi kemudian diimbangi oleh gravitasi antara inti dalam dan mantel yang heterogen sehingga rotasi relatif diperlambat atau diubah menjadi osilasi (Yang & Song, 2022). Inti dalam bumi terdiri dari paduan besi-nikel yang tersusun rapat secara heksagonal yang terdeformasi oleh kombinasi pertumbuhan ekuator khusus dan translasi lambat sehingga menyamai pengamatan seismik tanpa memerlukan belahan bumi dengan batas tajam. Kristalisasi progresif dari inti dalam bumi kemudian akan mendorong konveksi di inti luar dan pembangkitan medan magnet (Frost et al., 2021).

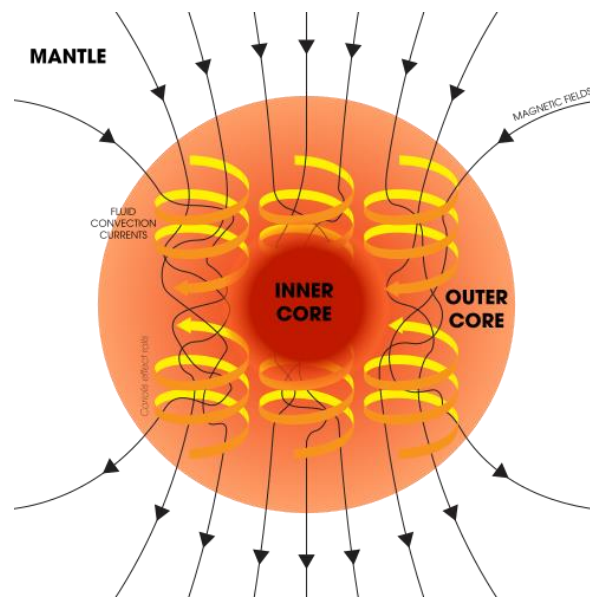
Perbedaan rotasi bumi pertama kali dilaporkan ketika terjadi perubahan temporal gelombang seismik yang melintas selama bertahun-tahun dari Kepulauan Sandwich Selatan hingga stasiun Seismik College di Alaska. Perubahan temporal inti dalam kemudian dikonfirmasi berasal dari ledakan nuklir atau gempa bumi bergelombang ganda. Gempa bumi tersebut merupakan gempa bumi berulang dengan bentuk gelombang yang hampir sama. Berdasarkan hasil penelitian Yi Yang dan Xiaodong Song (2022), menunjukkan bahwa perubahan temporal terkait heterogenitas interior daripada permukaan inti dalam, sehingga masih mendukung interpretasi rotasi diferensial.



Gambar 3.2 Jalur sinar seismik (Sumber: artikel nature geoscience)

Menurut Nationalgeographic.co.id (2023), inti dalam bumi telah berhenti berputar lebih cepat dari permukaan planet atau bisa dikatakan bahwa saat ini inti dalam bumi berputar lebih lambat dibandingkan permukaan planet. Berdasarkan studi Yi Yang dan Xiaodong Song, diperoleh data bahwa inti bumi melambat dan kemungkinan berubah arah pada siklus periodik yang berlangsung selama kurang lebih 60-70 tahun.

Perputaran inti bumi yang mengalami perubahan dan perlambatan tentunya banyak mempengaruhi kehidupan terutama karena waktu satu hari di bumi terikat dengan pergerakan rotasinya. Sehingga ketika inti bumi tidak berotasi atau bahkan melambat, waktu di bumi akan terpengaruh dan beragam hewan, terutama burung, yang memerlukan sinyal dari magnet bumi untuk terbang. Rotasi inti bumi ini sangat penting bagi bumi maupun kehidupan di bumi karena rotasi inti bumi diibaratkan sebagai generator dinamo yang mana menyebabkan bumi memiliki medan magnet bumi dan kutub sehingga dari pergerakan rotasi inti bumi tersebut, listrik statis di udara menjadi dinamis dan dapat melindungi bumi dari radiasi yang berasal dari luar angkasa terutama matahari sebagai bintang terdekat dengan bumi.

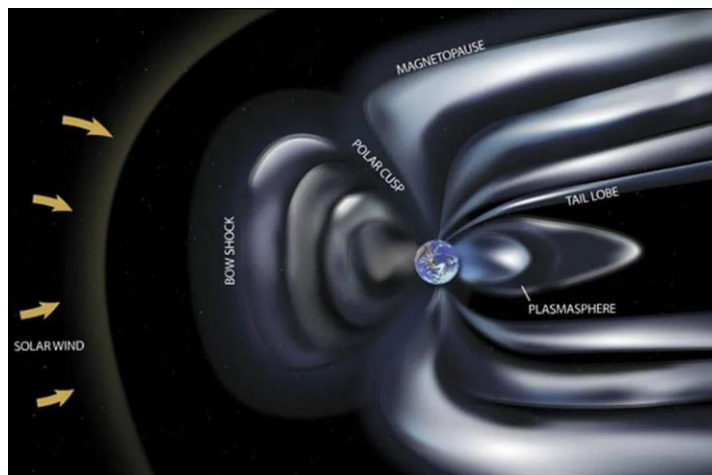


Gambar 3.3 Ilustrasi mekanisme dinamo yang menciptakan medan magnet bumi (Sumber : science.nasa.gov)

Menurut Wills, A. L., & Alpert, A. (2019), rotasi inti bumi, yang berlangsung selama 23 jam 56 menit dan 4,09053 detik, memainkan peran penting dalam pembentukan medan magnet bumi. Menurut NASA di dalam inti bumi yang membara, aliran panas dari inti dalam memicu gerakan konvektif pada logam cair di inti luar. Gaya Coriolis, bagaikan penari yang terlatih, melilitkan gerakan ini menjadi pusaran-pusaran arus listrik. Arus-arus ini, bagaikan penyihir yang perkasa, menghasilkan medan magnet yang menyelimuti planet kita. Di permukaan bumi, medan magnet ini termanifestasi dalam dua kutub berupa utara dan selatan. Kutub-kutub ini, seperti magnet batang, memiliki polaritas yang berlawanan, positif di utara dan negatif di selatan. Garis-garis tak kasat mata dari medan magnet ini bergerak dalam lingkaran tanpa henti, mengalir ke Bumi di kutub utara dan keluar di kutub selatan. Angin matahari, aliran partikel bermuatan dari matahari, menghantam medan magnet bumi. di sisi yang menghadap matahari, medan magnet ini tertekan, membentuk perisai pipih. di sisi yang berlawanan, medan magnet terentang bagaikan ekor panjang, menandakan kekuatan angin matahari yang tak tertahankan. Proses rumit ini, perpaduan arus konveksi, gaya coriolis, dan angin matahari, menghasilkan medan magnet bumi yang melindungi planet kita dari radiasi kosmik yang berbahaya. Medan magnet ini bagaikan perisai tak kasat mata, menjaga kehidupan di bumi tetap aman dan terjaga. Medan magnet Bumi, yang terdiri dari kutub utara dan selatan, berfungsi sebagai filter yang mengurangi intensitas radiasi kosmik yang mencapai permukaan

bumi. Stevenson, D. J. (2020), menjelaskan bahwa aliran konvektif yang berputar di inti luar Bumi menghasilkan medan magnet dengan cara yang mirip dengan generator dinamo. Medan magnet ini kemudian diampifikasi oleh mantel bumi yang bersifat konduktif.

Inti bumi sama seperti bola besi raksasa yang berputar tanpa henti di bawah kaki kita. Rotasi ini, yang berlangsung sekitar 24 jam sekali, bagaikan dinamo raksasa yang menghasilkan medan magnet yang melindungi kita dari radiasi berbahaya luar angkasa dan memainkan peran penting dalam berbagai fenomena di planet kita. Menurut penjelasan M. Yu. Reshetnyak (2019), rotasi inti bumi memiliki beberapa dampak penting bagi kita yaitu diantaranya yang menghasilkan medan magnet bumi kita tahu bahwa bumi memiliki 2 kutub yaitu kutub utara dan selatan. Hewan dapat menentukan suatu arah karena adanya fenomena biomagnetik, dalam perpindahan migrasi hewan akan selalu terjadi dalam pergerakan yang lurus atau linear menuju satu arah tertentu. lalu biomagnetik atau magnet alami yang terdapat pada tubuh makhluk hidup yang membuat burung dapat melakukan navigasi dengan baik untuk bermigrasi dengan mendeteksi medan magnet bumi dan menentukan arah tertentu. arah dari gaya magnet bumi yakni dari kutub utara menuju ke kutub selatan (Nurhaida et al., 2021).



Gambar 3.4 Magnetosfer Bumi Melindungi Planet Kita dari Energi Luar Angkasa yang Berbahaya. (Sumber : science.nasa.gov)

Inti bumi mengalami perubahan rotasi siklus selama 70 tahun. Para ilmuwan percaya bahwa perubahan ini dapat mempengaruhi kekuatan medan magnet bumi, yang berpotensi meningkatkan risiko paparan radiasi kosmik, rotasi itu sendiri Dihasilkan oleh pergerakan besi cair di inti bumi yang menghasilkan Magnetosfer, jadi medan magnet melindungi planet kita dari radiasi kosmik dan partikel bermuatan yang dipancarkan Matahari. Menurut NASA Magnetosfer melindungi kita dari pengikisan atmosfer yang disebabkan oleh angin matahari (partikel bermuatan yang terus-menerus dipancarkan oleh Matahari), radiasi partikel dari lontaran massa koronal (awan energik yang sangat besar), dan sinar kosmik dari luar angkasa. Magnetosfer berfungsi sebagai penjaga gerbang yang menolak energi berbahaya yang dapat mengancam kehidupan di bumi, dengan menjebak sebagian besar energi tersebut pada jarak aman dari permukaan bumi dalam dua zona berbentuk donat yang dikenal sebagai Sabuk Van Allen. Diketahui bahwa paparan radiasi kosmik dapat menyebabkan kerusakan DNA pada sel manusia. Kerusakan DNA ini dapat meningkatkan risiko mutasi yang dapat menyebabkan

kanker bahkan kanker otak. sehingga apabila bumi kehilangan medan magnet maka akan membuat bumi terpapar radiasi kosmik (Buis .A., 2021).

Sinar kosmik, bagaikan pengunjung tak diundang dari luar angkasa, merupakan radiasi pengion alami (Galactic Cosmic Ray/GCR). Partikel berenergi tinggi (seperti proton) dari bintang dan galaksi bertabrakan dengan atom di atmosfer bumi, menghasilkan radiasi kosmik (foton dan partikel subatomik). Matahari juga memancarkan partikel bermuatan energi tinggi (Solar Energetic Particle/SEP), membawa radiasi kosmik yang lebih intens. Sinar kosmik berbahaya, namun membantu para ilmuwan mempelajari alam semesta dan mengembangkan teknologi untuk melindungi manusia di luar angkasa (Aw, J. W., 2019). Sinar kosmik, bagaikan peluru antar galaksi, terbagi menjadi dua jenis: primer dan sekunder. Primer berasal dari luar angkasa, menembus atmosfer bumi. Hanya yang berenergi tinggi yang mampu menembus medan magnet Bumi, sisanya dibelokkan. Akibatnya, laju dosis radiasi kosmik di khatulistiwa lebih rendah daripada di kutub. Medan magnet Bumi lebih kuat di khatulistiwa, melindungi dari lebih banyak sinar kosmik primer. Di kutub, medan magnet lebih lemah, memungkinkan lebih banyak sinar kosmik primer masuk (Ardana & Rumboko, 2021).

Davies, C. J., & Constable, C. G. (2020) mengidentifikasi tingkat perubahan maksimum dalam kekuatan dan intensitas medan geomagnetic serta menyoroti fakta bahwa terdapat kesamaan luas antara hasil model paleofield dan simulasi numerik. Mereka menemukan bahwa perubahan arah terbesar biasanya terjadi pada garis lintang rendah hingga sedang di kedua garis lintang tersebut. Jadi, Inti Bumi bagaikan gasing raksasa yang berputar di kedalaman planet dan bila kekuatan berputarnya menurun maka beberapa yang akan diperkirakan terjadi diantaranya yakni panjang hari di bumi. Rotasinya yang dinamis, berbeda dari rotasi mantel dan kerak bumi, menghasilkan berbagai efek penting, Diantara yakni termasuk medan magnet yang melindungi kita dari radiasi berbahaya. Rotasi ini pun tidak selalu konstan, dan variasinya dapat menyebabkan perubahan kecil pada panjang hari bumi. siklus 70 tahun dalam rotasi inti bumi dapat menyebabkan perubahan panjang hari hingga 0,5 milidetik. Meskipun terkesan kecil, variasi ini berdampak pada sistem navigasi dan pengukuran waktu yang presisi. Fenomena ini menjadi pengingat bahwa bumi adalah planet yang dinamis, dan proses internalnya, termasuk rotasi inti, dapat memengaruhi kehidupan di kerak bumi (Yang & Song, 2023).

Zhang et al. (2024) menemukan bukti bahwa rotasi inti bumi mungkin telah berhenti sekitar 200 tahun lalu dan bahkan dikatakan pernah berputar arah rotasinya ke sebaliknya. Jika inti bumi berhenti berputar, maka dampaknya bisa sangat signifikan. Diantaranya medan magnet bumi kemungkinan akan melemah, yang dapat meningkatkan paparan radiasi kosmik, hewan-hewan tidak dapat bermigrasi dengan baik karena kehilangan arah dan membahayakan kehidupan di bumi yakni diantaranya Pergerakan lempeng tektonik, yang dapat menyebabkan gempa bumi dan letusan gunung berapi yang lebih sering dan mempengaruhi panjang hari di bumi. lalu beberapa ilmuwan telah meneliti dan melacak pergerakan kutub magnet bumi selama berabad-abad. dari hasil penelitian didapati bahwa pergerakan kutub-kutub tersebut menunjukkan adanya hasil perubahan geometri global medan magnet pada bumi. Bahkan mungkin mengindikasikan permulaan pembalikan medan "perbalikan" antara kutub magnet utara dan selatan (Cohen.O, 2023).

KESIMPULAN

Rotasi inti bumi memiliki dampak yang signifikan terhadap kehidupan di bumi melalui pembentukan medan magnet yang melindungi planet dari radiasi kosmik. Perubahan dalam rotasi inti bumi dapat mempengaruhi kekuatan medan magnet bumi, meningkatkan risiko paparan radiasi kosmik, dan bahkan memengaruhi navigasi hewan seperti burung dalam proses migrasi. Paparan radiasi kosmik yang dapat merusak DNA manusia menegaskan pentingnya menjaga kestabilan medan magnet bumi untuk melindungi kehidupan di bumi. Selain itu, perubahan dalam rotasi inti bumi juga dapat memengaruhi panjang hari, serta meningkatkan potensi bahaya seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi. Beberapa penelitian bahkan menunjukkan kemungkinan rotasi inti bumi berhenti atau berputar arah, yang dapat memiliki konsekuensi serius bagi kehidupan di bumi. Ilmuwan terus mempelajari fenomena ini untuk mendapatkan pemahaman yang lebih dalam tentang dinamika planet kita dan upaya perlindungan terhadap kehidupan di bumi.

SARAN

Adapun dalam pembuatan artikel terkait fakta dan dampak rotasi inti Bumi terhadap makhluk hidup diperlukan data lebih lengkap terkait pergerakan rotasi inti Bumi. Hal ini bertujuan supaya dapat lebih mudah memahami dan menelaah kembali bagaimana kerja inti dalam planet Bumi ini. Selain itu dari fakta dan dampak yang ditampilkan, mungkin akan lebih menarik jika dijelaskan lebih rinci bagaimana kinerja rotasi inti Bumi dapat menimbulkan dampak sedemikian rupa bagi makhluk hidup baik manusia, hewan, maupun tumbuhan dan alam itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardana, I. M., & Rumboko, K. (2021). Kajian Laju Dosis Radiasi Kosmik Di Wilayah Udara Republik. *Annual Nuclear Safety Seminar (SKN), December*, 574.
- Aw, J. W. (2019). Cosmic Radiation and Commercial Air Travel. *Medcan Health Management*, Toronto, Canada M5H 3S5.
- Buis .A.(2021).Earth's Magnetosphere: Protecting Our Planet from Harmful Space Energy.*NASA Science*.
<https://science.nasa.gov/science-research/earth-science/earths-magnetosphere-protecting-our-planet-from-harmful-space-energy/>
- Cohen. O. (2023).Earth's magnetic field protects life on Earth from radiation, but it can move, and the magnetic poles can even flip.*phys.org*.
<https://phys.org/news/2023-11-earth-magnetic-field-life-poles.html>
- Davies, C. J., & Constable, C. G. (2020). Rapid geomagnetic changes inferred from Earth observations and numerical simulations. *Nature Communications*, 11(1), 3371
- Frost, D. A., Lasbleis, M., Chandler, B., & Romanowicz, B. (2021). Dynamic History of the Inner Core Constrained by Seismic Anisotropy. *Nature Geoscience*, 14(7), 531–535.
<https://doi.org/10.1038/s41561-021-00761-w>
- Hardjono, I. (2015). *Vulkanologi dan Mineralogi Petrografi*. Muhammadiyah University Press.
- Nurhaida, Wahdaniyah, Reski, & Muhammad, N. (2021). Perilaku kawin, komunikasi, migrasi dan navigasi pada hewan. *Jurnal Ekologi*, 1(3), 1–13.
- Parisia, A. J. I., Ramadhan, M. S., Permatasari, N. A., & Miranda, U. (2023). Pandangan Al-Qur'an terhadap Rotasi dan Revolusi Bumi dalam Ilmu Fisika. *Jurnal Religion: Jurnal Agama, Sosial, Dan Budaya*, 1(2), 298–308.

- Rahmatiah. (2017). Urgensi Pengaruh Rotasi dan Revolusi Bumi terhadap Waktu Shalat. *El-Falaky: Jurnal Ilmu Falak*, 1(1), 59–79.
- Reshetnyak, M. Y. (2019). Evolution of the inner core of the earth: Consequences for Geodynamo. *Magnetohydrodynamics*, 55(1–2), 175–183. <https://doi.org/10.22364/mhd.55.1-2.21>
- Setiawan, W. (2023, 26 Januari). *Inti Bumi Kini Berputar Lebih Lambat dari Permukaan, Berbahayakah?*. Diakses pada 22 Mei 2024, dari https://nationalgeographic.grid.id/read/133669009/inti-bumi-kini-berputar-lebih-la_mbat-dari-permukaan-berbahayakah?page=all
- Stevenson, D. J. (2020). Earth's magnetic field: Origin and evolution. In *Treatise on Geophysics*, Elsevier, Second Edition (pp. 1-42).
- Syukri, M. (2020). *Pengantar Geofisika*. Aceh: Syiah Kuala University Press. Wahidah, Lepong, P., & Hamdani, D. (2021). *Pengantar Geofisika*. Samarinda: Program Studi Geofisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Mulawarman.
- Wills, A. L., & Alpert, A. (2019). Evidence for a faster than Earth rotation rate for the inner core. *Nature Geoscience*, 12(12), 1004-1008.
- Yang, Y., & Song, X. (2023). Multidecadal variation of the Earth's inner-core rotation. *Nature Geoscience*, 16(2), 182–187. <https://doi.org/10.1038/s41561-022-01112-z>
- Yanto, N. (2023). *BUMI DAN TATA SURYA*. Makassar : Cendekia Publisher.