

ASTROFISIKA

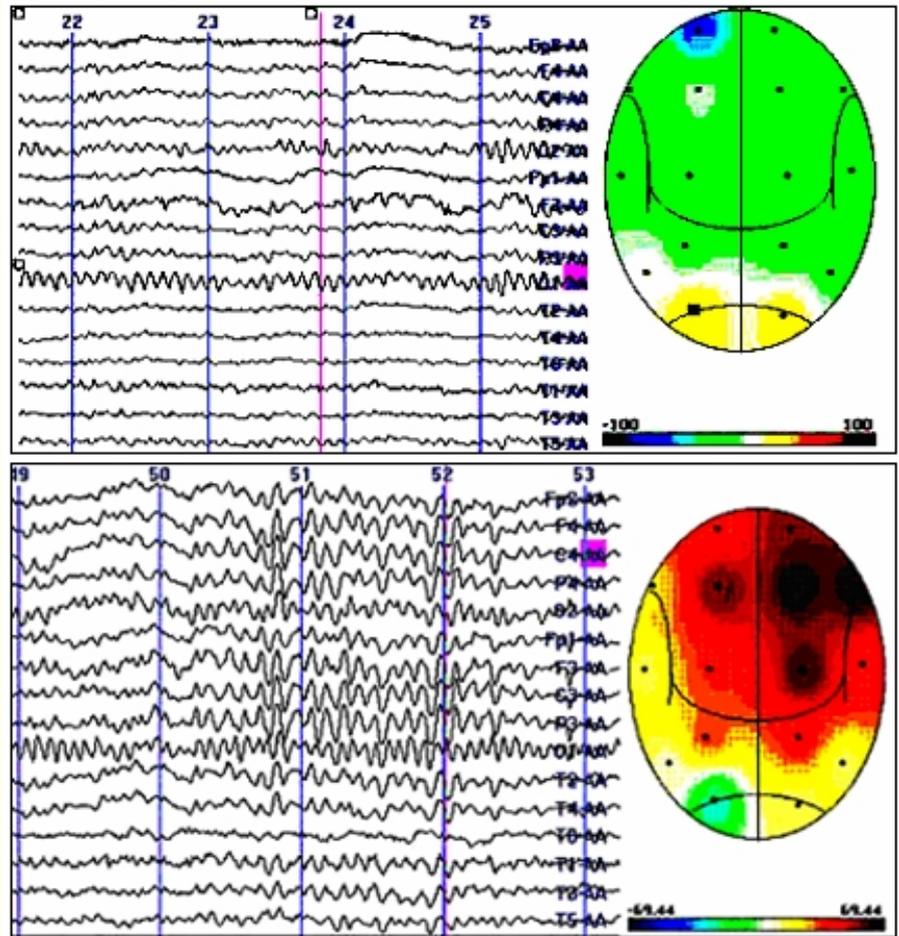
Efek Medan Magnet Semesta terhadap Tubuh Manusia

Oleh

A. Winarko | Pussainsa LAPAN

Medan magnet ada di sekitar kita dalam kehidupan sehari-hari, bahkan dapat dikatakan bahwa seluruh alam semesta termagnetisasi. Matahari termagnetisasi, dengan kutubnya yang berputar sangat teratur tiap 11 tahun. Kita ketahui pula bahwa Bumi memiliki medan magnet dipol yang telah bertahan selama miliaran tahun dan memungkinkan kita untuk menavigasi menggunakan kompas. Bumi adalah magnet raksasa dengan jangkauan medan magnet yang cukup luas di antariksa. Logam cair yang berputar di inti Bumi menghasilkan medan magnet melalui efek dinamo yang dapat menggerakkan jarum kompas. Selain itu, ada juga 'kompas alami' pada makhluk hidup, seperti burung, kelelawar, dan hewan lain yang pola hidupnya bermigrasi. Manusia dalam aktivitas sehari-hari juga menghasilkan medan magnet dari penggunaan listrik pada sistem informasi, komunikasi, transportasi, dan lainnya. Manusia umumnya tidak dapat melihat, mendengar, merasakan medan magnet di sekitarnya, tetapi apakah ada pengaruh medan magnet tersebut terhadap tubuh manusia?

Secara sederhana, medan magnet muncul ketika partikel bermuatan, seperti elektron atau proton, bergerak. Arus listrik yang mengalir melalui instrumen listrik yang dipakai dalam kehidupan sehari-hari, misalnya komputer, televisi, radio, dan lain-lain, menghasilkan medan magnet. Menurut studi RIVM



Gambar 1. Sampel hasil tes EEG pada kondisi hari tenang (atas) dan badai geomagnet sangat kuat (bawah). (Sumber: Babayev dan Allahverdiyeva, 2005)

(Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Institut Kesehatan dan Lingkungan Belanda) pada publikasinya tahun 2017, paparan medan magnet dari penggunaan instrumen listrik pada kehidupan manusia sehari-hari berada pada kisaran 0,013 hingga 2,03 μT , dengan rata-rata 0,132 μT . Sebagai perbandingan, intensitas medan magnet utama Bumi berada pada rentang 25–65 μT , sekitar 500 kali lebih kuat.

Medan listrik dan medan magnet dihasilkan dari berbagai fenomena seperti, medan magnet bumi, badai petir, dan penggunaan instrumen listrik, termasuk penggunaan ponsel

yang seakan menjadi kebutuhan primer pada era sekarang. Ketika medan-medan tersebut tidak bervariasi terhadap waktu, disebut medan statis dan memiliki frekuensi 0 Hz. Menurut World Health Organization (WHO), untuk medan magnet statis, efek akut hanya mungkin terjadi bila ada pergerakan di dalam medan, seperti gerakan tubuh bagian dalam, misalnya aliran darah atau detak jantung. Seseorang yang bergerak dalam medan magnet dengan intensitas di atas 2 T dapat mengalami sensasi vertigo dan mual, dan terkadang mengalami persepsi kilatan cahaya. Meskipun hanya sementara, efek tersebut memiliki dampak keselamatan bagi



Gambar 2. *Magnetic resonance imaging (MRI)* untuk pemeriksaan medis. (Sumber: Mart Production)

profesi yang menjalankan prosedur rumit seperti ahli bedah yang melakukan operasi dalam unit MRI (*Magnetic Resonance Imaging*).

Medan magnet statis memberikan gaya pada muatan bergerak dalam darah, seperti ion, menghasilkan medan listrik dan arus di sekitar jantung dan pembuluh darah utama yang dapat menghalangi aliran darah. Efeknya kemungkinan berkisar dari perubahan kecil pada detak jantung hingga peningkatan risiko irama jantung abnormal yang sangat berbahaya dan berisiko kematian. Namun, jenis efek akut ini hanya mungkin terjadi dalam intensitas magnet lebih dari 8 T.

Pada laman publikasinya, WHO juga menyatakan karsinogenisitas (kecenderungan memicu kanker) medan magnet statis terhadap manusia saat ini belum dapat diklasifikasikan dan masih sulit untuk menentukan apakah ada konsekuensi kesehatan jangka panjang, bahkan dari paparan dalam orde militesla, karena masih membutuhkan penelitian epidemiologi atau penelitian

terhadap hewan dalam jangka panjang yang dilakukan secara komprehensif.

Beberapa studi (di antaranya Burch, 2008 dan Weydahl, 2001) menyatakan bahwa gangguan geomagnet memicu penurunan melatonin di dalam tubuh. Melatonin adalah hormon alami tubuh yang dihasilkan di kelenjar pineal, berperan penting dalam mengatur pola tidur. Studi lain oleh Otsuka *et al.* (2000) menghasilkan kesimpulan adanya peningkatan detak jantung rata-rata 5,9% dan penurunan variabilitas detak jantung sebesar 25% pada aktivitas geomagnet terganggu.

Hasil studi Babayev dan Allahverdiyeva (2005) terhadap kejadian badai geomagnet 2000–2003 menyebutkan bahwa gangguan geomagnet berdampak negatif terhadap otak manusia. Pada sampel yang terdiri dari 27 orang sehat berusia 20–40 tahun, efek badai lemah dan menengah tidak tampak signifikan. Namun, pada badai geomagnet yang sangat kuat, kebanyakan aktivitas biolistrik otak mengalami penurunan frekuensi dan

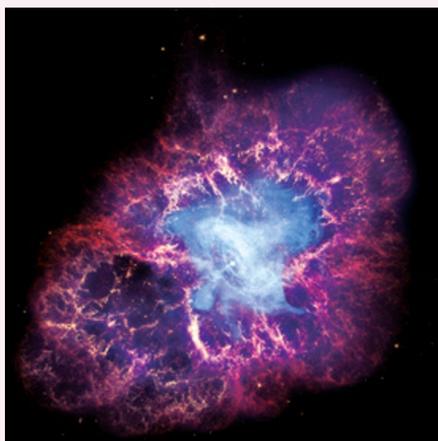
peningkatan amplitudo. Berdasarkan hasil *electroencephalogram* (EEG) sebagaimana ditampilkan Gambar 1, pada gangguan geomagnet kuat terdapat fluktuasi plot EEG dan sebagian besar sampel mengalami gejala sakit kepala yang diakibatkan oleh terganggunya keseimbangan pada sistem subkorteks sebagian besar otak. Hasil studi ini juga menyebutkan bahwa efek pada tubuh manusia tidak hanya merespons gangguan geomagnet dari luar/cuaca antariksa, melainkan juga dipengaruhi oleh anomali magnetik di lingkungan sekitar.

Dikutip dari majalah Discover, hasil penelitian Utilities Threshold Initiative Consortium (UTIC) yang dilakukan untuk mengetahui ambang batas tubuh manusia menunjukkan respons fisiologis terhadap medan magnet, diketahui bahwa medan magnet terkecil yang terbukti dapat memicu respons pada tubuh manusia adalah sekitar 10.000–20.000 μ T. Dalam eksperimen yang dilakukan, efek fisiologis ini muncul pada medan magnet yang dinamis, tidak statis. Ketika medan magnet ini diarahkan ke tubuh manusia, arus listrik mulai berdenyut ke seluruh tubuh. Pada nilai di atas ambang batas, arus listrik menstimulasi sel-sel sensitif di retina, memberikan ilusi cahaya putih yang berkedip-kedip bahkan ketika subjek berada dalam kegelapan. Manifestasi visual ini dikenal sebagai *magnetofosfen*.

Hasil studi Hoff *et al.* (2019) menyatakan bahwa secara normal dalam kehidupan sehari-hari, *magnetofosfen* mungkin hanya terjadi jika seseorang yang berada di dalam mesin MRI menggerak-gerakkan kepala dengan cepat. MRI adalah

pemeriksaan organ tubuh yang dilakukan menggunakan teknologi magnet dan gelombang radio. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mendapatkan hasil gambar organ, tulang, dan jaringan di dalam tubuh secara terperinci dan mendalam sebagai alat bantu diagnosis dokter. Pemindai MRI pada dasarnya adalah magnet besar yang menghasilkan magnet kuat, sekitar 0,5–3 T. Karena MRI menggunakan medan statis, pemindai MRI tidak memberikan efek pada tubuh kecuali jika kepala digerak-gerakkan dengan cepat. Pada saat menggerak-gerakan kepala, maka medan bervariasi terhadap waktu sehingga menginduksi arus di dalam struktur otak yang menyebabkan rasa mual, hilang keseimbangan, pusing, dan sebagainya. Paparan magnet serupa juga dapat dihasilkan dari prosedur *transcranial magnetic stimulation* (TMS), yang digunakan untuk diagnosis gangguan saraf.

Menurut Paul Sutter, astrofisikawan di Ohio State University dan peneliti di COSI (Center of Science and Industry) di Columbus, Ohio, dalam paparannya di kanal vlog Youtube miliknya, sumber paparan medan magnet terkuat di alam semesta berasal dari luar planet Bumi, yaitu magnetar. Magnetar adalah bintang neutron langka dengan medan magnet seribu triliun kali lebih kuat daripada medan magnet Bumi. Pada tingkat atom, medan magnet yang kuat akan menggerakkan semua muatan positif di tubuh ke satu arah dan muatan negatif ke arah lain, geometri bola atom akan terentang menjadi elips dan semakin menipis. Perubahan bentuk yang drastis itu akan mengganggu kimia dasar penyusun tubuh, menyebabkan



Gambar 3. Supernova, ledakan masif akibat keruntuhan inti gravitasi yang melahirkan bintang neutron dan magnetar yang medan magnetnya dapat mencapai hingga 1 kuadriliun kali lebih kuat dari medan magnet Bumi. (Sumber: NASA/CXC/SAO/ESA/ASU/JPL/CALTECH/University of Minnesota)

gaya normal dan interaksi antara atom-atom dan molekul-molekul penyusun tubuh menjadi semakin terganggu dan rusak. Pada jarak 1.000 km, medan magnet magnetar tidak hanya sekedar mengganggu biolistrik manusia dan membuat impuls saraf tidak berfungsi, tetapi juga merusak struktur molekuler tubuh. Dalam medan magnetar pada jarak tersebut, tubuh manusia akan larut kemudian lenyap.

Namun, menurut Sutter, hingga dalam radius beberapa ratus tahun cahaya dari Bumi, belum teramati keberadaan magnetar. Tak satupun objek eksotis ini tampak mendekati Bumi, dan tak satupun bintang masif di dekatnya yang kemungkinan menjadi magnetar jika mati. Magnetar terdekat saat ini berjarak puluhan ribu tahun cahaya sehingga, setidaknya saat ini, kita masih bisa merasa tenang di lingkungan medan magnet planet kita yang nyaman.

Pustaka

[1] Babayev, E.S. & Allahverdiyeva, A.A. (2005).

Geomagnetic storms and their influence on the human brain functional state. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, 36.

- [2] Burch J., Reif J., & Yost M. (2008). Geomagnetic activity and human melatonin metabolite excretion. *Neurosci Lett.* 438(1): 76-79.
- [3] Hoff, M.N., McKinney IV, A., Shellock, F.G., Rassner, U., Gilk, T., Watson Jr, R.E., ... & Kanal, E. (2019). Safety considerations of 7-T MRI in clinical practice. *Radiology*, 292(3), 509-518.
- [4] Otsuka, K., Cornélissen, G., Weydahl, A., Holmeslet, B., Hansen, T.L., Shinagawa, M., ... & Halberg, F. (2000). Geomagnetic disturbance associated with decrease in heart rate variability in a subarctic area. *Biomedicine & pharmacotherapy*, 55, s51-s56.
- [5] Weydahl, A. (2001). Geomagnetic activity influences the melatonin secretion at 70 degrees N. *Biomed Pharmacother* 55(Suppl 1): 57-62.
- [6] www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs299/en/
- [7] www.youtube.com/c/PaulMSutter