

PENGARUH GELOMBANG *ULTRA LOW FREQUENCY* (ULF) DALAM PERILAKU CACING TANAH DI SOLO DAN KLATEN

THE EFFECT OF ULTRA LOW FREQUENCY (ULF) WAVES ON EARTHWORM'S BEHAVIOR IN SOLO AND KLATEN

I Putu Pudja

Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika
E-mail: ipt_pudja@yahoo.com

Naskah masuk: 1 Juni 2021 Naskah diperbaiki: 12 Januari 2022 Naskah diterima: 10 Oktober 2023

ABSTRAK

Batuan yang terdeformasi memancarkan gelombang *Ultra Low Frequency* (ULF) dan mempengaruhi medan magnet bumi. Sehingga, ULF memberikan anomali pada sekitarnya. Emisi ULF mempengaruhi perilaku binatang. Perubahan perilaku cacing tanah di Solo dan Klaten pada tanggal 18 April 2020 terjadi secara bersamaan dengan periode *lead time* puncak deformasi yang dihitung dengan anomali ULF pada magnetograf BMKG di Yogyakarta. Lokasi daerah keluarnya cacing tanah ada pada cakupan daerah deformasi sesuai dengan *azimuth* datangnya gangguan pada hasil analisis catatan magnetograf. Penelitian anomali ULF di Indonesia sedang dikembangkan untuk memprediksi gempa, demikian juga fenomena perilaku binatang banyak diteliti untuk prediksi gempa. Kolaborasi penelitian perilaku binatang, khususnya cacing tanah dan penelitian ULF memberikan harapan pengembangan upaya prediksi gempa di Indonesia.

Kata kunci: *Ultra Low Frequency* (ULF), Gelombang Elektromagnetik, Medan Magnet Bumi, Deformasi, Perilaku Binatang, Cacing Tanah, Prediksi Gempa

ABSTRACT

Deformed rocks emit Ultra Low Frequency (ULF) waves and affect the earth's magnetic field. So that ULF gives anomalies to the surroundings. ULF emissions also influence animal behavior. Changes in earthworm behavior in Solo and Klaten on 18 April 2020 coincided with the peak lead time period of deformation calculated by the ULF anomaly on the BMKG magnetograph in Yogyakarta. The location of the discharge area of earthworms is in the deformation coverage area in accordance with the purpose of the interference in the results of the analysis of the magnetograph records. The ULF anomaly in Indonesia is being developed for earthquake prediction, as well as the phenomenon of animal behavior being widely studied for earthquake prediction. Collaboration on animal behavior research, including earthworms and ULF research, provides hope for the development of earthquake predictions in Indonesia.

Keywords: *Ultra Low Frequency (ULF), Electromagnetic Waves, Earth's Magnetic Field, Deformation, Animal Behavior, Earthworms, Earthquake Prediction*

1. Pendahuluan

Media cetak, media elektronik, serta media sosial ramai menginformasikan keluarnya cacing tanah di Solo dan Klaten. Tribun Jateng, Detik, dan Serambinews (Serambinews, 19/04/2020) memberitakan adanya fenomena ribuan cacing tanah (*lumbricina*) keluar di Solo dan Klaten pada 18 April 2020. Fenomena keluarnya ribuan cacing tanah yang dilaporkan Kompas (Kompas,

30/04/2020), terjadi di Bali. Tepatnya di Desa Cau, Marga, Tabanan pada tanggal 29 April 2020. Banyak masyarakat mempertanyakan keterkaitan fenomena ini dengan peristiwa kebumihan seperti gunung meletus, gempa, tanah longsor, dan sebagainya yang memang sering terjadi di Indonesia. Gambar cacing tanah yang keluar ke permukaan tanah di Solo seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Cacing Tanah di Solo (sumber: detiknews.com, 2020)

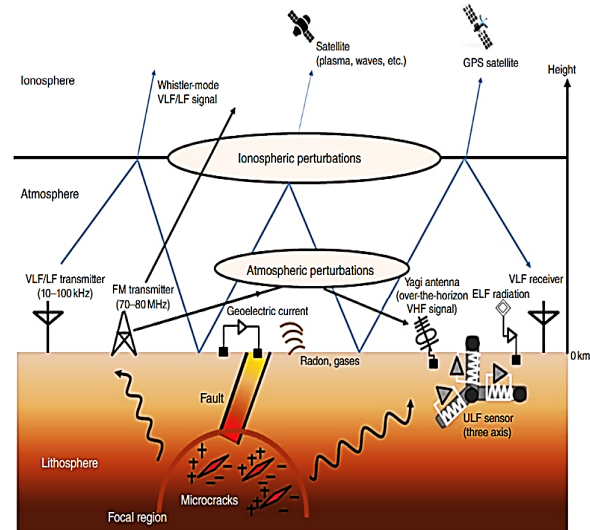
Cacing tanah keluar ke permukaan karena adanya kondisi dalam tanah yang dirasakannya, sehingga mereka merasa tidak nyaman berada di dalam tanah dan menyebabkan mereka keluar ke permukaan. Hasil penelitian pada binatang ini menunjukkan bahwa binatang memang lebih peka dari manusia terhadap emisi gelombang dengan frekuensi rendah, lebih kecil dari 50 Hz (Buskirk RE dkk., 1981).

Gelombang tersebut muncul karena adanya perubahan medan elektromagnetik di emisi batuan dalam bumi pada saat batuan tersebut mengalami tekanan dan terdeformasi. Proses fisis yang menyertai deformasi diantaranya *Ultra Low Frequency* (ULF).

Dalam proses gempa selalu didahului oleh terjadinya penumpukan energi stres yang mengakibatkan deformasi. Selama proses penumpukan stres tersebut terjadi proses fisis yang kimiawi dalam batuan. Batuan yang mengalami stres terdeformasi akan memancarkan gelombang gempa atau gelombang seismik yang mengubah batuan menjadi *carrier* aktif yang disebut *positive hole*. Ini dapat berubah cepat pada batuan sekitarnya seperti aliran baja. Proses ini membangkitkan gelombang elektromagnetik pada frekuensi rendah. Gelombang inilah yang direspon oleh binatang tanah seperti cacing (Freund F dan Stolc, 2013). Pada saat terjadi ledakan, pelepasan energi gelombang ini akan bersifat impulsif. Hanya sebagian kecil gelombang ini terdeteksi di permukaan, yaitu hanya pada *Ultra Low Frequency* (ULF) dan *Extreme Low Frequency* yang mampu sampai ke permukaan bumi.

Dengan sifat gelombang ULF yang mampu direspon cacing tanah dan mampu sampai ke permukaan sehingga terdeteksi alat, maka akan

digunakan untuk mengetahui penyebab keluarnya cacing tanah di Solo dan Klaten, apakah terkait dengan adanya deformasi dari daerah tersebut dengan menggabungkan data magnet bumi yang di monitor BMKG sebagai salah satu data penelitian prekursor gempa.

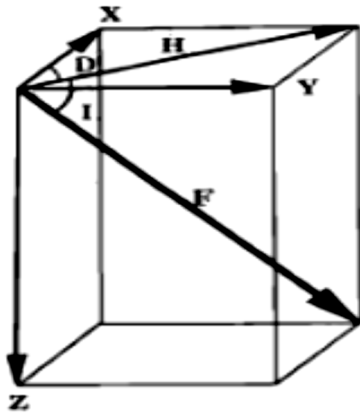


Gambar 2. Pandangan Umum Konseptual dari Fenomena Elektromagnetik dalam Kemungkinan Hubungan dengan Gempa Bumi dan Teknik Frekuensi Radio yang Berbeda Untuk Mengukur Efek Elektromagnetik

2. Metode Penelitian

Data keluarnya cacing tanah diambil dari laporan masyarakat, terutama yang dimuat media massa, seperti berita daring dari Kompas, Tribun, Detik dan laporan Stasiun Geofisika Yogyakarta, yang memonitor di lapangan. Data ULF merupakan data BMKG dari pemantauan di Stasiun Klimatologi Yogyakarta. Antara data keluarnya cacing tanah akan dicocokkan dengan hasil analisis data ULF sebagai data magnet bumi, apakah waktu keluarnya cacing tanah berada dalam periode deformasi yang diindikasikan dari hasil anomali analisis ULF.

Pengamatan magnet (ULF) hampir mirip dengan pengamatan gelombang seismik yaitu dimonitor pada tiga komponen, yaitu komponen Utara-Selatan (NS), komponen Timur-Barat (EW) dan komponen vertikal (Z). Gelombang ULF dibaca amplitudo, pulsa awal dari setiap komponen, serta waktu kejadiannya secara teliti. Ketiga komponen akan memberikan indikasi *azimuth* asal emisi, amplitudo akan menghasilkan *Power Amplitudo*. Komponen X, Y, dan Z tersebut digambarkan secara vektoral seperti pada Gambar 3 di bawah.



Gambar 3. Vektor Komponen Medan Magnet Bumi

Di mana:

- X: Medan magnet komponen X, komponen US
- Y: Medan magnet komponen Y, komponen EW
- Z: Medan magnet komponen Z
- H: Resultan medan magnet horizontal (X+Y)
- F: Resultan X dan H atau (X+Y+Z)
- D: Sudut deklinasi dalam tulisan ini juga sebagai *azimuth*
- I: Sudut Inklinasi

Pembacaan alat yang dikonversi kedalam satuan medan magnet menghasilkan *power density*, *azimuth*, serta kedalaman sumber deformasi. Pada penelitian ini digunakan data geomagnetik komponen H dan Z monitoring magnet bumi di Stasiun BMKG di Yogyakarta.

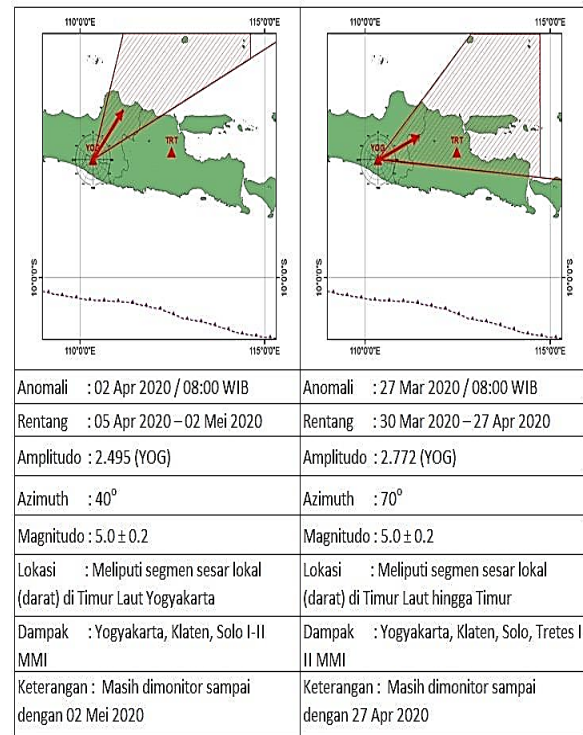
Analisis data dilakukan dengan tahapan algoritma kerja yang standar. (1) Koreksi data dan penghilangan *noise* dengan metode *Diff*; (2) Perhitungan *trend correction* untuk data harian untuk mendapatkan data harian yang lengkap untuk masing-masing komponen; (3) *Filtering* dengan *band pass* ULF; (4) Penentuan polarisasi *Spectral Density Ratio*. Polarisasi ini berguna untuk melihat spektrum anomali komponen H dan Z dari data geomagnetik. Polarisasi dilakukan dengan mengubah data dari domain waktu ke domain frekuensi menggunakan *Fast Fourier Transform* (FFT); (5) Proses mengubah nilai rasio komponen SZ/SH dari domain frekuensi kembali ke domain waktu.

Dengan *Single Station Transfer Function* dipakai untuk melihat arah (*Azimuth*) dari sumber anomali ULF. Keluarannya berupa grafik kuadran dengan acuan titik stasiun pengamatan. Untuk perhitungannya digunakan rumus sederhana sebagai berikut, seperti dijelaskan pada gambar sebelumnya, *Azimuth* daerah terdeformasi sebagai sumber anomali yaitu sama dengan Sudut Deklinasi (D), dan sudut polarisasi sebagai sumber deformasi merujuk

pada sudut Inklinasi (I). Besar wilayah yang terdeformasi tersebut meliputi wilayah $\pm 25^\circ$ dari *azimuth* data (Ahadi, 2014).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis data ULF medan magnet bumi dari hasil monitoring yang dilakukan BMKG untuk data Stasiun Pengamatan Magnet Bumi di Yogyakarta (ditempatkan di Stasiun Klimatologi Yogyakarta), menunjukkan telah terjadi dua kali anomali ULF yaitu: (1) Tanggal 2 April 2020 pukul 08.00 WIB dengan rentang puncak deformasi diprediksi antara 5 April – 2 Mei 2020. Amplitudo anomali 2,495 dengan *Azimuth* 40° . (2) Tanggal 27 Maret 2020 pukul 08.00 WIB dengan rentang deformasi diprediksi antara 30 Maret – 2 Mei 2020. Amplitudo anomali 2,772 dengan *Azimuth* 70° . Hasil analisis tersebut seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Analisis Magnetograf di Yogyakarta

Dari hasil analisis di atas dapat dilihat bahwa *azimuth* kedua data dengan $\pm 25^\circ$ data pertama menunjukkan daerah terdeformasi pada wilayah $15^\circ - 65^\circ$ dan data kedua $55^\circ - 95^\circ$. Sehingga, ada daerah irisan dari hasil tersebut yang menunjukkan bahwa telah terjadi deformasi pada lapisan kulit bumi dalam rentang waktu 30 Maret – 2 Mei 2020, pada lingkup daerah di antara *azimuth* 15° ($40^\circ - 25^\circ$) hingga 95° dengan daerah beririsan pada wilayah antara $55^\circ - 65^\circ$. *Azimuth* dihitung dari stasiun monitoring.

Daerah Solo dan Klaten dimana terjadi fenomena keluarnya cacing tanah dengan puncak 18 April 2020. Keduanya dapat dikatakan bahwa daerah Solo dan Klaten berada pada lingkup daerah yang deformasi yaitu pada lingkup ($55^{\circ} - 65^{\circ}$) serta waktu kejadian berada pada rentang waktu deformasi yang dihitung dengan *lead time*, 27 Maret sampai dengan 27 Mei 2020. Fenomena deformasi pada lapisan kulit bumi ini dilaporkan salah satunya terjadi di tubuh Gunung Merapi, seperti yang dilaporkan Kepada Badan Penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Kebencanaan Gunung Api BPPTKG Yogyakarta (Tribun Jogja, 09/07/2020). Proses pengelembungan ini tidak terjadi secara tiba-tiba. Sangat mungkin, jika salah satu penyebab anomali ULF yang terjadi juga saling berkaitan dengan proses deformasi Gunung Merapi.

Berdasarkan hasil analisis ULF terkait dengan keluarnya cacing tanah di Solo dan Klaten dapat dikatakan bahwa telah terjadi deformasi pada kulit dan memancarkan gelombang ULF yang mempengaruhi medan magnet bumi seperti yang tercatat di Yogyakarta. Lingkup daerah deformasi juga melingkupi daerah Solo dan Klaten, sehingga dapat diduga bahwa keluarnya cacing tanah di daerah itu dipengaruhi oleh pancaran gelombang ULF. Gelombang ULF mempengaruhi perilaku binatang (Maryann Mottc, 2015).

4. Kesimpulan

Dari penelusuran data dan hasil analisis anomali ULF dikaitkan dengan keluarnya cacing tanah di Solo dan Klaten, dapat disimpulkan bahwa:

1. Anomali hasil monitoring ULF menunjukkan anomali, yang mengindikasikan ada puncak deformasi di daerah lingkup *azimuth* ($15^{\circ} - 95^{\circ}$) dari Stasiun Monitoring Geomagnet di Yogyakarta pada tanggal 27 Maret – 2 Mei 2020).
2. Keluarnya cacing tanah ada pada rentang puncak deformasi dan pada wilayah lingkup deformasi, maka keluarnya cacing tanah dipengaruhi oleh emisi ULF tersebut.

Mengingat selepas periode tersebut dilaporkan ada pengelembungan tubuh Gunung Merapi sebagai salah satu bentuk deformasi, maka indikasi anomali ULF dapat membantu memberikan indikasi adanya deformasi di Gunung Merapi terkait dengan aktifitas gunung tersebut, disarankan untuk memulai mencari apakah ada hubungan antara anomali ULF magnet bumi dengan aktifitas gunung berapi.

Ucapan Terima Kasih

Terkait dengan penelitian ini, kami mengucapkan terima kasih atas diskusi yang telah dilakukan kepada rekan: Suhaidi Ahadi di BMKG Pusat Jakarta, Agus Riyanto dan Budiarta di Stasiun Geofisika Yogyakarta, terkait dengan masalah magnet bumi dan kegempabumian daerah Yogyakarta. Demikian pula untuk saudari Cyntia yang telah berkenan membaca dan memberikan masukan hasil penelitian ini.

Daftar Pustaka

- [1] Ahadi, S., Puspito, N.T., Ibrahim, G., & Saroso, S. (2014). Determination of The Onset time in Polarization Power Ratio Z/H for Prekursor of Sumatra Earthquake. *AIP Conference Proceedings*, 1617(1), 75-78.
- [2] Amirullah. (2020). *Viral ribuan cacing tanah di solo dan klaten muncul ke permukaan, ini kemungkinan penyebabnya*. Retrieved from <https://aceh.tribunnews.com/2020/04/19/>.
- [3] Bernardi, A., Fraser-Smith, A.C., & Villard, Jr. (1990). Low frequency magnetic field measurements near the epicenter of the M_s 7.1 Loma Prieta earthquake. *Geophysical Research Letters*, 17(9), 1465-1468.
- [4] Buskirk, R.E., Frohlich, C., & Latham, G.V. (1981). Unusual animal behavior before earthquakes: a review of possible sensory mechanisms. *Reviews of Geophysics*, 19(2), 247-270.
- [5] Detiknews. (2020). *Fenomena munculnya cacing tanah di solo bikin merinding*. Retrieved from <https://news.detik.com/berita-jawa-tengah/d-4982493/fenomena-munculnya-ratusan-cacing-tanah-di-solo-yang-bikin-merinding>.
- [6] Fraser-Smith, A.C. (1978). ULF tree potentials and geomagnetic pulsations. *Nature*, 271(5646), 641-642.
- [7] Friedemann, F., & Stolc, V. (2013). Nature of pre-earthquake phenomena and their effects on living organism. *Animals (Basel)*, 3(2), 513-531.
- [8] Yamauchi, H., Uchiyama, H., Ohtani, N., & Ohta, M. (2014). Animal behavior preceding the 2011 earthquake off the pacific coast of tohoku, japan: a way to predict the approach of large earthquakes. *Animal (Bensel)*, 4(2), 131-145.
- [9] Ibrahim, G., Ahadi, S., & Saroso, S. (2012). Karakteristik sinyal emisi ULF yang berhubungan dengan prekursor gempabumi di Sumatera, studi kasus: gempabumi Padang 2009, Gempabumi Mentawai 2010. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 11(2), 81-89.
- [10] Hayakawa, M. (2015). *Earthquake prediction with radio techniques*. Singapore: John Wiley and Sons.
- [11] Hayakawa, M. (2018). *Earthquake prekursor studies in japan*. doi: 10.1002/9781119156949.ch2.
- [12] Hamidi, M., Namigo, E.L., & Ma'muri. (2018). Identifikasi anomali sinyal geomagnetik ultra low frequency sebagai prekursor gempa bumi dengan magnitudo kecil di wilayah Kepulauan Nias. *Jurnal Ilmu Fisika*, 10(1), 53-62.
- [13] Mott, M. (2003). *Can animals sense earthquakes?*. Retrieved from <https://www.nationalgeographic.com/animals/2003/11/animals-sense-earthquakes/>.
- [14] Huda, M.N (2020). *Gunung merapi menggembung, bpptkg yogyakarta: ada dua kemungkinan*. Retrieved from <https://jateng.tribunnews.com/2020/07/09/gunung-merapi-menggembung-bpptkg-yogyakarta-ada-dua-kemungkinan>.

- [15] Kurniati, P. (2020). *Setelah solo, cacing tanah muncul dalam jumlah banyak di Tabanan Bali*. Retrieved from <https://regional.kompas.com/read/2020/04/30/04000011/setelah-solo-cacing-tanah-muncul-dalam-jumlah-banyak-di-tabanan-bali-ini>.
- [16] Republika. (2009). *Sebelum gempa, hewan di taman safari histeris*. Retrieved from <https://nasional.republika.co.id/berita/nasional/nasional/73591/sebelum-gempa-hewan-di-taman-safari-histeris>.
- [17] Rikitake, T. (1989). Geomagnetism and earthquake prediction. *Tectonophysics*, 6(1),59-68.
- [18] Sanderson, H. (2008). *Did animals can predict china's earthquake, science*. Retrieved from http://www.nbcnews.com/id/24646523/ns/technology_and_science-science/t/did-animals-predict-chinas-earthquake/#.XthAltQzYdU
- [19] Wang, K., Chen Q.F., Sun, S., & Wang, A (2006). Predicting the 1975 Haicheng earthquake. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 96(3), 757-795. doi: 10.1785/0120050191.