

---

## ***System Literature Review : Analisis Gelombang Medan Elektromagnetik dan Seismik yang Ditimbulkan oleh Gejala Gempa***

**<sup>1</sup>Ardiansyah Ardiansyah, <sup>2</sup>Tiara Pramesti Wulandari, <sup>3</sup>Muhammad Ziddan Al Fariz,**

**<sup>4</sup>Raihan Ahmad Musyaffa, <sup>5</sup>Diyajeng Luluk Karlina**

**<sup>1-5</sup>Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia**

Alamat : Jl. Raya Palka Km 3 Sindangsari, Pabuaran, Kab. Serang Provinsi Banten, Indonesia

Korespondensi penulis: [2283230048@email.com](mailto:2283230048@email.com)

**Abstract.** *One of the most seismically active countries in the world is Indonesia. One of the few countries located in the Southeast Asian Seismic Zone is Indonesia. It is difficult to predict when and how an earthquake will occur as earthquakes are natural events. Various studies on earthquake precursors have been conducted with different results. The purpose of this paper is to examine the calculation of earthquakes using electromagnetic and seismic beats. To compile this article, we used the literature study method from various relevant national and international journals. The results concluded that, electromagnetic waves are easily excited even by weak seismic vibrations in the earth's crust, and they can be identified easily both above and below the ground surface.*

**Keywords** Earthquake, Electromagnetic, Seismic.

**Abstrak.** Salah satu negara yang paling aktif secara seismik di dunia adalah Indonesia. Salah satu dari sedikit negara yang berada di Zona Seismik Asia Tenggara adalah Indonesia. Sulit untuk meramalkan kapan dan bagaimana gempa bumi akan terjadi karena gempa bumi adalah kejadian alami. Berbagai penelitian tentang prekursor gempa bumi telah dilakukan dengan hasil yang berbeda-beda. Tujuan penulisan ini untuk meneliti perhitungan gempa menggunakan detak elektromagnetik dan seismik. Untuk menyusun artikel ini, kami menggunakan metode studi literatur dari berbagai jurnal nasional dan internasional yang relevan. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa, gelombang elektromagnetik mudah tereksitasi bahkan oleh getaran seismik yang lemah di kerak bumi, dan mereka dapat diidentifikasi dengan mudah baik di atas maupun di bawah permukaan tanah.

**Kata kunci:** Gempa bumi, Elektromagnetik, Seismik.

### **1. LATAR BELAKANG**

Salah satu negara yang paling aktif secara seismik di dunia adalah Indonesia. Salah satu dari sedikit negara yang berada di Zona Seismik Asia Tenggara adalah Indonesia. Selama 400 tahun terakhir, Indonesia, yang terdiri dari lima pulau besar dan beberapa semenanjung, telah dilanda ratusan tsunami dan ribuan gempa bumi karena lokasinya yang berada di bawah lempeng Eurasia dan dikelilingi oleh lempeng Laut Indo-Australia dan Laut Filipina.

Sulit untuk meramalkan kapan dan bagaimana gempa bumi akan terjadi karena gempa bumi adalah kejadian alami. Berbagai penelitian tentang prekursor gempa bumi telah dilakukan dengan hasil yang berbeda-beda. Penelitian tentang prekursor gempa bumi memerlukan berbagai pendekatan, waktu, dan pengolahan data karena adanya variasi. Banyak peneliti telah mencoba mengidentifikasi sinyal elektromagnetik listrik sebagai prekursor gempa bumi. Menurut penelitian terbaru, hanya sinyal frekuensi rendah (yaitu 1 Hz atau kurang) yang memiliki korelasi langsung dengan gempa bumi. Untuk menganalisis dan menentukan

hubungan dengan gempa bumi, penelitian ini membutuhkan data sinyal listrik seismik atau sinyal elektromagnetik yang akurat.

Kami menemukan bahwa konduktivitas listrik yang tinggi dari medium Bumi akan menyebabkan amplitudo sinyal elektromagnetik yang tercipta di Bumi terdegradasi secara substansial selama transmisinya, yang akan menjelaskan mengapa sinyal elektromagnetik yang berhubungan dengan gempa bumi tidak dapat dideteksi di Bumi. Amplitudo gelombang elektromagnetik meluruh menjadi  $1/e$  ( $e = 2,718$ ) melalui jarak tertentu yang dikenal sebagai “Kedalaman kulit  $\delta$ ”, yang menentukan laju peluruhan.

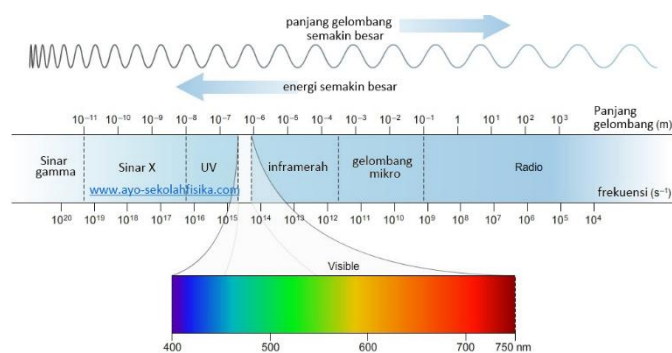
Gelombang elektromagnetik frekuensi rendah dapat menjangkau jarak yang sangat jauh, sedangkan gelombang frekuensi tinggi akan meluruh dan memudar dengan cepat karena jarak  $\delta$  berbanding terbalik dengan akar kuadrat frekuensi. Sebagai hasilnya, kami mengurangi frekuensi pemantauan dari kisaran beberapa kilohertz ke kisaran beberapa puluh hertz di bawah frekuensi saluran listrik. Hasilnya, kami akhirnya menemukan pulsa elektromagnetik yang dieksitasi oleh gempa di atas tanah dan di dalam lubang bor. Kami telah menjelaskan perilaku gelombang elektromagnetik yang secara langsung dirangsang oleh gelombang seismik berdasarkan hasil pengamatan ini.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

Gempa bumi merupakan guncangan kuat yang menjalar ke permukaan bumi akibat gangguan pada litosfer (kerak bumi) disebut gempa bumi. Karena pergeseran kerak bumi itu sendiri, terdapat akumulasi energi di kerak bumi setebal 100 km yang menyebabkan gangguan ini. Pada lempengan kompresional dan translasional gempa bumi terjadi lebih kuat, dan energinya menyebar ke segala arah. Biasanya, gempa bumi terjadi ketika lempeng tektonik bertemu. Namun, gempa bumi terkuat terjadi di tempat pertemuan lempeng tektonik.

Gelombang elektromagnetik merupakan suatu gelombang yang dapat merambat bahkan tanpa medium dikenal sebagai gelombang elektromagnetik. Panjang gelombang, frekuensi, amplitudo, dan kecepatan adalah beberapa sifat yang dapat diukur dari gelombang energi elektromagnetik. Panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak, sedangkan amplitudo adalah tinggi gelombang. Kuantitas gelombang yang lewat dikenal sebagai frekuensi. Gelombang yang dapat merambat bahkan tanpa medium dikenal sebagai gelombang elektromagnetik. Panjang gelombang, frekuensi, amplitudo, dan kecepatan adalah beberapa sifat yang dapat diukur dari gelombang energi elektromagnetik. Panjang gelombang adalah

jarak antara dua puncak, sedangkan amplitudo adalah tinggi gelombang. Kuantitas gelombang yang merambat melalui suatu titik dalam jangka waktu tertentu dikenal sebagai frekuensi. Kecepatan rambat gelombang menentukan frekuensinya. Panjang gelombang dan frekuensi berbanding terbalik karena energi elektromagnetik bergerak dengan kecepatan konstan, atau kecepatan cahaya. Frekuensi berkurang dengan bertambahnya panjang gelombang dan bertambah dengan berkurangnya panjang gelombang. Setiap saat di alam semesta melepaskan radiasi elektromagnetik dengan intensitas yang berbeda-beda. Energi yang dihasilkan memiliki panjang gelombang yang lebih rendah dan frekuensi yang lebih tinggi pada sumber energi dengan tingkat energi yang lebih besar. Energi elektromagnetik dikategorikan dengan menggunakan variasi karakteristik energi gelombang dalam satu titik waktu. Kecepatan rambat gelombang menentukan frekuensinya. Panjang gelombang dan frekuensi berbanding terbalik karena energi elektromagnetik bergerak dengan kecepatan konstan, atau kecepatan cahaya. Frekuensi berkurang dengan bertambahnya panjang gelombang dan bertambah dengan berkurangnya panjang gelombang. Setiap saat di alam semesta melepaskan radiasi elektromagnetik dengan intensitas yang berbeda-beda. Energi yang dihasilkan memiliki panjang gelombang yang lebih rendah dan frekuensi yang lebih tinggi pada sumber energi dengan tingkat energi yang lebih besar. Energi elektromagnetik dikategorikan berdasarkan variasi sifat energi gelombang.



**Gambar 1 : Spektrum Elektromagnetik**

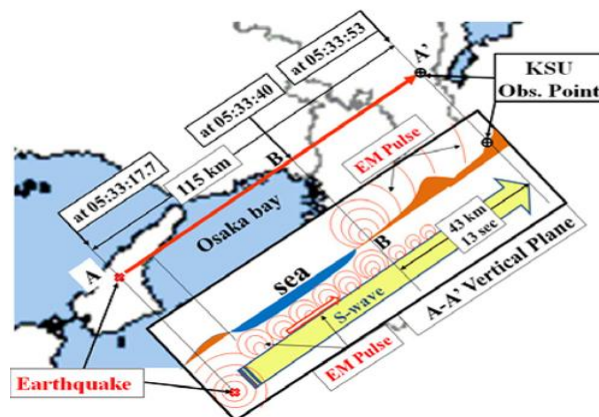
Source : <https://sl.bing.net/g4BHcpyJVf6>

### 3. METODE PENELITIAN

Adapun metode yang di gunakan ialah studi literatur dari berbagai jurnal nasional dan internasional yang relevan. Studi literatur dilakukan dengan menggunakan metode membaca, memahami, dan membandingkan artikel dari berbagai sumber, dengan tujuan untuk meringkas informasi terbaru tentang topik yang sedang dibahas. Studi literatur juga menyajikan ulang materi yang telah diterbitkan sebelumnya dan menyajikan analisis atau fakta baru dalam bentuk ringkasan.

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Menurut Tsutsui dalam Jurnalnya, “Behaviors of Electromagnetic Waves Directly Excited by Earthquakes” mengatakan bahwa, kami mengalami dua gempa bumi baru-baru ini. Satu (M3.5) terjadi 22 km selatan lokasi pengamatan EM, di mana intensitas seismik adalah 1, dan detak EM pertama kali ditemukan di atas tanah sekitar 0,19 detik sebelum ditemukan di lubang bor. Satu lagi (M3) terjadi di 5,4 km utara lokasi pengamatan EM, dan pulsa EM pertama kali ditemukan di atas tanah sekitar 0,12 detik sebelum ditemukan di lubang bor. Hasil ini menunjukkan bahwa pulsa EM yang dibebani gempa bumi mudah dipancarkan dari tanah.



**Gambar 2. Peta Gempa bumi**

[file:///C:/Users/sitia/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/33PJ2GG9/Behaviors\\_of Electromagnetic Waves Directly Excited by Earthquakes\[1\]](file:///C:/Users/sitia/AppData/Local/Microsoft/Windows/INetCache/IE/33PJ2GG9/Behaviors_of_Electromagnetic_Waves_Directly_Excited_by_Earthquakes[1])

Dalam penelitian ini, kami menemukan bahwa gelombang elektromagnetik mudah tereksitasi bahkan oleh getaran seismik yang lemah di kerak bumi, dan mereka dapat diidentifikasi dengan mudah baik di atas maupun di bawah permukaan tanah. Hasil percobaan laboratorium menunjukkan bahwa gelombang-P seismik dapat dengan mudah diciptakan pada fraktur bola kaca dengan dampak tegangan yang sangat kecil pada granit. Dampak tegangan ini jauh lebih kecil daripada dampak pecah granit. Situasi ini mirip dengan fraktur mikro pada

patahan aktif. Bola kaca kecil dalam percobaan dapat digantikan oleh batuan kecil yang ditempatkan di lapisan fragmentasi patahan aktif. Akibatnya, detak elektromagnetik dapat tereksitasi pada rekahan batuan kecil ini di bawah tekanan yang meningkat secara bertahap yang dimuat ke kerak bumi. Deteksi detak elektromagnetik (EM) akan memberikan informasi penting tentang kondisi tekanan yang dimuat ke kerak bumi. Oleh karena itu, pengukuran EM yang lebih dalam di Bumi akan menjadi topik penting di masa depan.

Sedangkan menurut Rahmad, A. Dalam jurnalnya, "*Analisis Gelombang Elektromagnetik dan Seismik yang Dihasilkan oleh Gejala Gempa Bumi*" menunjukkan bahwa, pada jarak 92 km barat daya Pariaman, BMKG melaporkan ketidakakuratan terbesar yaitu 13,22% untuk gempa bumi tanggal 20 Oktober 2013. Hanya 92 kilometer barat daya Pariaman, 13,22%. Ketidakakuratan terkecil, 5,09%, dicatat oleh BMKG untuk gempa bumi yang terjadi pada tanggal 23 Desember 2013, 20 kilometer barat daya Painan. Gempa 4,3 SR dan 4,9 SR memiliki magnitudo yang hampir sama.

Faktor lain yang mempengaruhinya adalah nilai radius sensor. Hal ini dapat ditunjukkan dari data yang dikumpulkan pada tanggal 26 Desember 2013. Menurut data rekaman giroskop, tidak ada gempa bumi. Namun demikian, gempa bumi melanda 177 kilometer tenggara Painan, dengan kekuatan 4,2 SR, berdasarkan BMKG. Sensor yang digunakan dalam penelitian ini tidak dapat merekam gempa ini karena berada di luar jangkauan operasionalnya.

Dilihat secara menyeluruh, hasil pengolahan data seismik dan elektromagnetik menunjukkan bahwa gempa bumi tersebut terekam secara akurat untuk kejadian yang terjadi di dalam radius operasi giroskop. Namun, catatan gempa bumi dengan pusat gempa yang jauh lebih jauh dari 150 km tidak lagi disimpan. Selain itu, karena efek dari aktivitas alam dan manusia tidak diperhitungkan, peristiwa anomali yang beroperasi sebagai prekursor gempa bumi belum sepenuhnya didokumentasikan dalam perekam data. Temuan pengukuran seismik dan data BMKG digabungkan untuk menentukan pusat gempa. penentuan orientasi pusat gempa yang tepat. Dalam hal ini, arah gempa yang diukur dan pusat gempa BMKG hampir sama.

## **5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Potensi gelombang elektromagnetik sebagai teknik untuk prediksi gempa bumi di Indonesia diselidiki dalam penelitian ini. Telah ditunjukkan bahwa getaran seismik, bahkan yang ringan sekalipun, dapat dengan mudah menghasilkan gelombang elektromagnetik, yang dapat dideteksi di atas dan di bawah permukaan tanah, dan oleh karena itu merupakan penanda awal aktivitas seismik. Karena gelombang frekuensi rendah dapat menjalar lebih jauh, gelombang ini dianggap lebih efektif dan dapat digunakan untuk pemantauan gempa bumi. Selain itu, investigasi telah menunjukkan bahwa gelombang seismik dapat menghasilkan gelombang elektromagnetik di celah batuan kecil, sehingga memungkinkan deteksi gelombang elektromagnetik untuk mengkarakterisasi kondisi tekanan di kerak bumi. Untuk merekam peristiwa elektromagnetik sebagai prekursor gempa bumi secara penuh, diperlukan penelitian lebih lanjut. Namun demikian, kemampuan teknik pendeteksian masih terbatas pada radius kerjanya.

Kapasitas Indonesia untuk mengantisipasi gempa bumi dapat ditingkatkan dengan beberapa cara. Menciptakan sensor elektromagnetik dengan jangkauan yang lebih luas dan sensitivitas yang tinggi adalah tahap pertama. Selain itu, fokus utama lainnya adalah pengembangan jaringan pemantauan seismik dan elektromagnetik, terutama di wilayah yang aktif secara seismik. Menggunakan pembelajaran mesin atau kecerdasan buatan (AI) untuk mengidentifikasi tren prekursor gempa bumi dengan lebih tepat adalah cara lain untuk meningkatkan analisis data. Selain itu, diperlukan investigasi yang lebih menyeluruh mengenai hubungan antara gempa bumi dan aktivitas elektromagnetik, terutama pengaruh aktivitas manusia. Untuk meningkatkan kesadaran masyarakat dan pemangku kepentingan akan pentingnya teknologi prediksi gempa bumi, pendidikan dan sosialisasi juga sangat penting. Strategi ini dapat meningkatkan deteksi dini gempa bumi, sehingga mengurangi kemungkinan jatuhnya korban jiwa dan kerusakan properti.

## DAFTAR REFERENSI

- A. Everett, "Electro-magnetic waves," in Transactions of the South African Institute of Electrical Engineers, vol. 26, no. 2, pp. 38-44, Feb. 1935.
- M. Tsutsui, "Behaviors of Electromagnetic Waves Directly Excited by Earthquakes," in IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 11, no. 11, pp. 1961-1965, Nov. 2014, doi: 10.1109/LGRS.2014.2315208.
- Timor, A. R., Andre, H., & Hazmi, A. (2016). Analisis Gelombang Elektromagnetik dan Seismik yang Ditimbulkan oleh Gejala Gempa. Jurnal Nasional Teknik Elektro, 5(3), 315-324.
- W. G. Shadid and R. Shadid, "Electric Model for Electromagnetic Wave Fields," in IEEE Access, vol. 9, pp. 88782-88804, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3090862.
- G. Hao, Y. Bai, J. Zhao, M. Wu and Y. Yang, "A receiving instruments of the Earth's natural pulse electromagnetic field and its data analysis via time-frequency method before an earthquake," 2017 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference (I2MTC), Turin, Italy, 2017, pp. 1-6,
- T. Sato, I. Takumi, M. Hata and H. Yasukawa, "Detection and radiation area estimation of anomalous environmental electromagnetic wave related to earthquake precursor," 2009 IEEE.
- T. Yoshida, K. Yabu and M. Nishi, "Observation of co-seismic electromagnetic waves associated with the Geiyo earthquake in 2001," IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium