

ANALISIS POLARISASI POWER RASIO UNTUK PREKURSOR GEMPA BUMI LOMBOK 2018

Cipta Ramadhani^{1*}, Bulkis Kanata², Abdullah Zainuddin³, Rosmaliati⁴, Ni Made Seniari⁵

¹Jurusan Teknik elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

*Corresponding Author Email: cipta.ramadhani@unram.ac.id

ABSTRAK

Several research proved that Earth's Magnetic Field anomaly can be caused by disturbance in the Earth. this phenomena has been observed as precursor of earthquake. The change of geomagnetic intensity might be affected by earthquake occurrences. Variation of geomagnetic data have been investigated in the occurrences of Lombok's Earthquake in 2018 with magnitude higher than 4.5 Mw. Geomagnet Sensor had been set up in North region of Lombok Island to derive geomagnetic data from September to October 2018. The Analysis was conducted by computing power spectrum density (PSD) of The Ultra Low Frequency (ULF) Signal of Z and H component. at the time, the Polarizations were noticed by comparing between Z and H component of PSD. The Result showed that the values of Z/H became higher a few days before the earthquake occurrence particularly on DOY 248 to DOY 256. Eventhough some distorsion signal were observed during that period, the overall data could be used as precursor of lombok earthquake in 2018.

Keyword: Earthquake, Geomagnetic, precursor, polarization

1. PENDAHULUAN

Wilayah Pulau Lombok dan sekitarnya merupakan daerah yang terletak pada kawasan tektonik aktif. berdasarkan hasil penelitian, Pulau Lombok berada diantara beberapa sumber gempa yaitu diantara Zona Back Arc Thrust di wilayah utara, megathrust di selatan dan sistem sesar geser di sisi barat dan sisi timurnya[1]. hal ini yang menyebabkan pulau lombok merupakan daerah yang rawan terkena bencana gempa bumi. Pada tahun 2018, Pulau Lombok mengalami gempa besar secara beruntut yang menyebabkan kerusakan bahkan korabn jiwa. Awal gempa dimulai pada tanggal 29 Juli 2018 dengan magnitud 6.4 sebagai foreschok, 5 agustus 2018 dengan magnitud 7.0 sebagai mainshock pertama, 9 agustus 2018 dengan magnitud 6.2 sebagai aftershock yang signifikan. Kemudian gempa lain berlanjut yang dimuai pada tanggal 19 agustus 2018 dengan magnitud 6.3 sebagai foreshock dan mainshock kedua 6.9 hanya dalam rentang waktu sepuluh jam[1].

Penelitian tentang tanda-tanda awal (prekursor) sebelum terjadinya gempa bumi telah banyak dilakukan. Diantaranya penelitian tentang analisis prekursor gempa bumi Padang tahun 2009. Dari penelitian tersebut diketahui bahwa terdapat anomali emisi ULF (Ultra Low Frequency, $f < 0.1$ Hz) selama 26 hari sebelum kejadian gempa[2]. Penelitian lainnya dilakukan untuk menganalisis tanda awal Gempa Bumi didaerah Pelabuhan Ratu. prekursor gempa terlihat 10-19 hari sebelum kejadian gempa bumi berdasarkan kenaikan nilai polarisasi magnet bumi pada sinyal ULF 0.01 Hz[3]. penelitian berikutnya tentang prekursor gempa bumi juga dilakukan pada gempa bumi besar yang terjadi di Tohoku , Jepang tahun 2011. Penelitian tersebut membandingkan tiga observatorium yang berdekatan dengan epicentrum kejadian gempa dengan kekuatan $M_w = 9.0$. dari hasil penelitian didapatkan bahwa terjadi kenaikan nilai polarisasi magnet bumi 10 hari sebelum kejadian gempa, selain itu besaran nilai polarisasi magnet bumi yang tercatat di observatorium Kakioka lebih

tinggi jika dibandingkan dengan dua observatorium lainnya (Mamembetsu dan Kanoya)[4].

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis nilai polarisasi power rasio yang digunakan sebagai prekursor gempa bumi lombok pada tahun 2018 untuk gempa dengan magnitud ≥ 4.5 . data hasil pengukuran pada stasiun NRB di lombok utara selama dua bulan (september-Oktober) digunakan untuk melihat adanya anomali magnet bumi lokal dilombok utara sebelum terjadinya gempa bumi. Meskipun gempa yang terjadi hanya selain itu, peneliti juga menggunakan data Indeks Kp (nilai medan magnet global) sebagai pembanding data anomali yang lokal hasil pengukuran pada stasiun NRB.

2. METODE

2.1 Bahan

Penelitian ini menggunakan data geomagnetik dari hasil pengukuran sensor yang terpasang di stasiun NRB Lombok Utara dari bulan september sampai Oktober 2018. time sampling yang diambil untuk satu kali pengukuran adalah satu detik sehingga dalam satu hari terkumpul sejumlah 8600 hasil pengukuran. Data yang direkam oleh peralatan sensor memberikan informasi berupa waktu perekaman dalam detik dan beberapa informasi tambahan lainnya. Namun yang paling utama adalah data hasil rekaman ketiga komponen nilai medan magnet bumi yaitu komponen X, Y dan Z. Gambar 1 menunjukkan data hasil rekaman hasil pengukuran sensor di stasiun NRB.

	Month	Day	Hour	Minute	Second	Temp	Y	Z	X
0	9.0	8.0	0.0	0.0	0.0	137.07	-87.60	-231.12	596.96
1	9.0	8.0	0.0	0.0	1.0	8.84	-87.53	-231.05	597.21
2	9.0	8.0	0.0	0.0	2.0	-11.05	-87.72	-231.05	596.83
3	9.0	8.0	0.0	0.0	3.0	156.96	-87.34	-231.30	597.02
4	9.0	8.0	0.0	0.0	4.0	-49.82	-87.79	-230.93	597.02

Gambar 1. Data hasil rekaman stasiun NRB

Data yang di rekam oleh sensor hanya merupakan data pengukuran lapangan dan belum disesuaikan dengan data medan magnet global. Oleh karena demikian, data dari hasil pengukuran tersebut perlu ditambahkan nilai *baseline* agar data tersebut dapat dipergunakan untuk pengukuran nilai polarisasi medan magnet.



Gambar 2. Data hasil rekaman stasiun NRB

Data yang diperlukan untuk analisis polarisasi medan magnet adalah komponen H dan Z dari medan magnet bumi. Sedangkan nilai yang didapatkan dari hasil pengukuran adalah komponen X, Y dan Z. sehingga masih dibutuhkan satu variabel lagi yaitu komponen H. untuk mendapatkan nilai komponen H dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$H^2 = X^2 + Y^2 \dots (1)$$

dimana:

X= komponen vektor arah utara

Y= komponen vektor arah timur

Z= komponen vektor arah vertikal

H= komponen vektor arah horizontal

2.2.3 Analisis Polarisasi Medan Magnet

Berbagai penelitian telah membahas bahwa adanya anomali sinyal ULF dapat dijadikan sebagai prekursor gempa bumi. Hal ini dikarenakan adanya emisi yang terjadi pada batuan bumi pada pusat gempa[5]. Dalam penelitian lain, ditemukan adanya anomali sinyal beberapa saat sebelum terjadinya gempa bumi. Anomali sinyal ULF tersebut biasanya ditemukan dalam rentang frekuensi 0.001 Hz -10 Hz [6][7].

Dalam penelitian ini, analisis Polarisasi medan magnet dilakukan untuk melihat anomali medan magnet bumi yang terjadi di pulau Lombok pada bulan September - Oktober 2018. Anomali sinyal yang diambil berada pada rentang 0.001 Hz-0.1 Hz [4]. Untuk mendapatkan nilai polarisasi medan magnet, komponen Z dan H dari medan magnet bumi diubah terlebih dahulu dari yang sebelumnya berada dalam domain waktu kedalam domain frekuensi. Kemudian, dilakukan penapisan (filter) untuk mendapatkan rentang nilai magnitud pada frekuensi yang diinginkan(0.001 Hz-0.1 Hz).

Untuk proses berikutnya, dilakukan melalui langkah-langkah berikut ini :

1. Nilai maksimum magnitud perhari dari komponen $B_z(f)$ dan $B_H(f)$ diambil sebagai representasi nilai medan magnet dalam satu hari dalam rentang frekuensi (0.001 Hz-0.1 Hz).
2. Dengan menggunakan persamaan 2. Didapatkan nilai PSD (*Power Spectral Density*) dari masing-masing komponen $B_z(f)$ dan komponen $B_H(f)$.

$$S_z(f) = \frac{|B_z(f)|^2}{\Delta f} \dots (2)$$

$$S_H(f) = \frac{[B_H(f)]^2}{\Delta f}$$

dimana:

S_z = Intensitas medan magnet komponen **Z** (vertikal)

S_H = Intensitas medan magnet komponen **H** (horizontal)

$B_z(f)$ = magnitude respon frekuensi medan magnet komponen **Z**

$B_H(f)$ = Magnitude respon frekuensi medan magnet komponen **H**
 Δf = Selisih range frekuensi ULF emisi yang digunakan

3. Terakhir, menentukan nilai perbandingan polarisasi (Z/H) dengan menggunakan persamaan (3). Dengan terlebih dahulu melakukan normalisasi dari komponen S_Z dan S_H .

$$R = \frac{S_Z}{S_H} \dots\dots(3)$$

dimana:

R = Perbandingan (rasio) antara komponen **Z** dan **H**

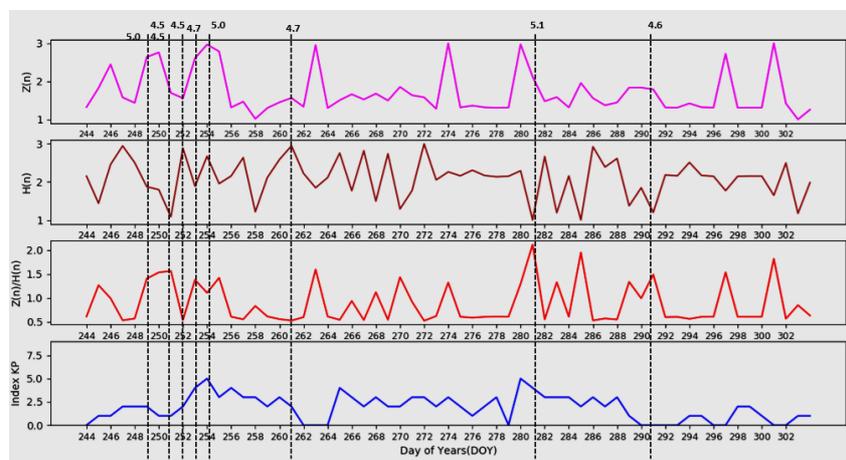
2.2.4 Indeks Aktifitas Geomagnetik (Kp Indeks)

Seperti yang telah disampaikan sebelumnya, bahwa salah satu data yang digunakan dalam penelitian ini adalah indeks Kp. Indeks planetary (Indeks KP) merupakan suatu indeks yang dapat digunakan untuk menggambarkan besarnya gangguan geomagnet akibat terjadinya badai magnetik dalam rentang hari tertentu. Badai magnetik ini bisa disebabkan oleh pengaruh aktivitas matahari ataupun aktifitas kosmis lainnya. Nilai indeks Kp yang menunjukkan adanya badai magnet jika memiliki nilai Kp Indeks ≥ 5 . Dengan kata lain, jika nilai indeks Kp ≤ 5 , maka tidak terjadi gangguan geomagnet/badai magnetik.

Perlunya melihat nilai indeks Kp dalam proses analisis polarisasi medan magnet adalah bahwa besarnya anomali medan magnet bumi tidak saja dipengaruhi oleh adanya emisi yang terjadi pada batuan namun dapat pula dipengaruhi oleh aktifitas matahari/kosmis. Sehingga dalam hasil analisis polarisasi magnet bumi dapat diketahui apakah anomali yang terjadi dikarenakan emisi yang terjadi pada batuan bumi atau karena pengaruh aktivitas matahari/kosmis

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 3 menunjukkan komponen Z dan komponen H ternormalisasi, polarisasi Z/H dan nilai Indeks Kp. Dimana data tersebut didapatkan dari tanggal 1 september sampai dengan tanggal 30 Oktober 2018.



Gambar 3. Nilai Komponen Z dan H setelah dinormalisasi dari tanggal 1 september sampai dengan 30 oktober 2018.

Pada gambar 3, grafik pada panel pertama merupakan nilai $SZ(f)$ ternormalisasi. Untuk panel kedua merupakan nilai $SH(f)$ ternormalisasi. Sedangkan pada panel ketiga merupakan nilai polarisasi $SZ(f)/SH(f)$ ternormalisasi dan panel ke empat adalah nilai Indeks K_p pada tahun 2018. Sedangkan garis vertikal yang tercetak tebal-terputus adalah DOY kejadian gempa dipulau lombok yang terjadi berturut-turut pada DOY 249,251,252,253,254,261,281 dan 291. Nilai polarisasi yang akan dianggap sebagai prekursor gempa bumi jika memiliki nilai komponen $SZ(f)$ yang tinggi dalam DOY nya dan begitu pula hasil nilai perbandingan komponen $SZ(f)/SH(f)$.

Pada kejadian gempa secara berturut-turut dari DOY 249,251,252,253 dan 254 terjadi peningkatan nilai polarisasi $SZ(f)/SH(f)$. begitu juga dengan nilai komponen $SZ(f)$ terjadi peningkatan nilai yang cukup tinggi. Kenaikan nilai polarisasi ini terjadi sebelum terjadi gempa yaitu pada DOY 246 sampai pada DOY 255 yaitu setelah kejadian gempa bumi. sementara ini nilai indeks K_p juga masih terlihat stabil untuk DOY 246 sampai pada DOY 253. Namun untuk 254 terjadi badai magnet. Hal ini terlihat dari nilai indeks $K_p = 5$, dimana nilai indeks $K_p = 5$ dianggap sebagai "Minor Storm".

Untuk Kejadian Gempa lainnya yaitu pada DOY 281 dengan magnitud 5.1, dimana satu hari sebelum kejadian gempa terjadi peningkatan nilai komponen $SZ(f)$ yaitu pada hari 280. Sehingga terjadi kenaikan nilai polarisasi $SZ(f)/SH(f)$. kenaikan itu juga terjadi pada DOY 281, namun nilai polarisasi pada DOY 281 tidak bisa dijadikan prekursor gempa karena diikuti dengan penurunan nilai komponen $SH(f)$. pada persamaan 3 dapat dilihat bahwa kompenen $SH(f)$ merupakan nilai pembagi untuk mendapatkan nilai polarisasi. Sehingga penurunan nilai komponen $SH(f)$ tidak dapat kategorikan sebagai prekursor gempa bumi.

Kejadian gempa berikutnya adalah pada DOY 291 dengan magnitud 4.6 . nilai anomali medan magnet untuk komponen $SZ(f)$ sebelum kejadian gempa mengalami sedikit kenaikan meskipun tidak terlalu signifikan. Sedangkan nilai komponen $SH(f)$ yang cenderung kecil menyebabkan nilai polarisasi terlihat lebih tinggi. Hal ini dikarenakan banyaknya sinyal noise/gangguan pada sekitar stasiun NRB pada saat proses pengukuran. Ketidakstabilan data untuk komponen $SH(f)$ menyebabkan nilai polarisasi terlihat gambar 3 tidak konsisten antara prekursor untuk kejadian gempa atau bukan kejadian gempa.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis nilai polarisasi medan magnet bumi didapatkan bahwa peningkatan sinyal ULF pada komponen $SZ(f)$ beberapa hari sebelum kejadian gempa menghasilkan peningkatan nilai polarisasi $SZ(f)/SH(f)$. peningkatan nilai polarisasi ini dapat dijadikan sebagai prekursor untuk gempa bumi lombok 2018. Meskipun pada hasil pengukuran terdapat noise pada komponen $SH(f)$ yang menyebabkan tidak stabilnya nilai polarisasi. namun secara keseluruhan hasil data tersebut dapat dijadikan rujukan untuk prekursor gempa bumi

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada LPMP Universitas Mataram dimana Penelitian ini didanai oleh penelitian PNPB Universitas Mataram untuk kelompok Peneliti Pemula tahun 2020. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada BMKG atas kerja sama dalam pengukuran nilai di stasiun NRB Lombok Utara. Data kejadian Gempa dalam

penelitian ini didapatkan dari website (<https://earthquake.usgs.gov>) sedangkan nilai indek Kp diperoleh dari website (<https://www.gfz-potsdam.de/en/kp-index/>).

6. DAFTAR REFERENSI

- 1) Irsyam, M., Widiyantoro, S., Natawidjaja, D.N., Meilano, I., Rudyanto, A., Hidayati, S., Triyoso, W., Hanifa, N.R., Djarwadi, D., Faizal, L., Sunarjito (2017). Peta sumber dan bahaya gempa Indonesia tahun 2017. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- 2) Ahadi Suaidi, Puspito NT, Saroso S., Ibrahim G., Siswoyo dan Suhariyadi. 2013 . Prekursor Gempa Bumi Padang 2009 Berbasis Hasil Analisis Polarisasi Power Rasio Dan Fungsi Transfer Stasiun Tunggal. Jurnal Ilmiah Geomatika Volume 19 No.1 Agustus 2013
- 3) Fransiska, N., Setiawan, A., Nurdiyanto, B.. Analisis Magnetotellurics Untuk Prekursor Gempa Bumi (Studi Kasus Pelabuhan Ratu). Jurnal Geofisika Vol. 14 No.1. 2013
- 4) Kanata, B., Zubaidah, T., Ramadhani, C., Irmawati, B., Changes of The Geomagnetic Signals Linked To Tohoku Earthquake On March 11th 2011. International Journal of Technology, (2014) 3: 251-258
- 5) Dudkin, F., Rawat, G., Arora, B.R., Korepanov, V., Leontyeva, O., Sharma, A.K., 2010. Application of Polarization Ellipse Technique for Analysis of ULF Magnetic Fields from Two Distant Stations in Koyna-Warna Seismoactive Region, West India. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., Volume 10, pp. 1513–1522
- 6) Hayakawa, M., Hattori, K., Ohta, K., 2007. Monitoring of ULF (ultralow-frequency) Geomagnetic Variations Associated with Earthquakes. Sensors, Volume 7, pp. 1108–1122.
- 7) Hayakawa, M., Itoh, T., Hattori, K., Yumoto, K., 2000. ULF Electromagnetic Precursors for an Earthquake in Biak, Indonesia on 17 February 1966. Geophys. Res. Lett., Volume