



Rancang Bangun Sistem Pengamatan Medan Magnet Bumi Berbasis Smartphone

**Adi Widiatmoko Wastumirad¹, Muchammad Rafi Nuril Azhar²,
Fakhri Fawwaz Al-Aufa³**

Program Studi Instrumentasi, Sekolah Tinggi Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

Email: widiatmokoadi@gmail.com¹, rafiazhar50@gmail.com²,

fakhri.fawwaz.al.aufa@gmail.com³

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun sistem pengamatan medan magnet bumi dan anomali medan magnet bumi, menggunakan sensor magnet yang terdapat pada smartphone. Data medan magnet yang diperoleh, disimpan pada suatu basis data dan dikirimkan ke *web service* untuk diolah, lalu dikirimkan ke aplikasi berbasis android yang diberi nama Magneview. Penentuan anomali medan magnet bumi dilakukan dengan mengolah data medan magnet bumi pada spektrum ULF menggunakan metode polarisasi rasio Z/H dan dijalankan pada *web service*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil melakukan pembacaan data medan magnet. Data polarisasi rasio Z/H (PDay) yang didapatkan sebanyak 7 data selama 7 hari mulai dari tanggal 27 Juli 2021 hingga tanggal 2 Agustus 2021 dengan nilai PDay tertinggi tercatat sebesar 1,42004 pada tanggal 31 Juli 2021 dan nilai PDay terkecil tercatat sebesar -2,05576 pada tanggal 1 Agustus 2021.

Kata Kunci: medan magnet bumi; polarisasi Z/H; sensor smartphone; aplikasi android; *web service*.

ABSTRACT

This study aims to design a system for monitoring earth's magnetic field and further its anomaly, using magnetic sensor on smartphone. The obtained magnetic field data is stored in a database and sent to a web service to be processed. After that, the data is sent to an android-based application called Magneview. Determination of earth's magnetic field anomaly is carried out by processing the earth's magnetic field data on ULF spectrum using Z/H ratio polarization method, which is ran on the web service. The test results show that this system has succeeded in reading magnetic field data. Z/H ratio polarization data (PDay) obtained was 7 data for 7 days starting from 27 July 2021 to 2 August 2021 with the highest PDay value recorded at 1.42004 on 31 July 2021 and the lowest PDay value recorded at -2 .05576 on August 1, 2021.

Keywords: *earth's magnetic field; Z/H polarization; smartphone sensors; android application; web service.*

A. PENDAHULUAN

Smartphone sekarang telah dilengkapi oleh sensor magnet yang berfungsi untuk mengukur medan magnet di sekitarnya. Fitur kompas pada smartphone adalah salah satu aplikasi yang memanfaatkan sensor magnet tersebut. Data medan magnet bumi dapat dimanfaatkan dalam berbagai kegiatan seperti analisis struktur batuan suatu daerah yang berguna untuk mengetahui adanya sumber daya mineral pada daerah tersebut dengan menggunakan metode magnetik (Junaedy, 2016). Data medan magnet bumi juga dapat dimanfaatkan sebagai indikasi akan terjadinya fenomena alam seperti gempa bumi dengan menganalisis data medan magnet bumi pada spektrum *Ultra Low Frequency* (ULF) dengan menggunakan metode polarisasi rasio Z/H (Afrizal, 2020). Penelitian mengenai sensor magnet pada smartphone telah banyak dilakukan, seperti penelitian oleh Harudini dkk (2017) yang memanfaatkan sensor magnet pada smartphone untuk mengukur laju kecepatan benda. Penelitian tersebut membuktikan bahwa sensor magnet pada smartphone umumnya

cukup akurat untuk mengukur medan magnet. Simen Hellesund (2018) juga melakukan penelitian tentang pengukuran magnet bumi menggunakan magnetometer yang terdapat pada smartphone. Fokus dari penelitian tersebut adalah membahas tentang metode yang digunakan untuk menghilangkan efek medan magnet internal pada smartphone.

Berdasarkan penelitian referensi yang telah disebutkan di atas, penelitian ini merancang sebuah sistem pengamatan medan magnet bumi dengan memanfaatkan sensor magnet pada smartphone serta melakukan pemrosesan data dengan tujuan mendapatkan nilai medan magnet bumi dengan meminimalisasi gangguan internal pada data medan magnet. Nilai medan magnet yang diperoleh, disimpan pada suatu basis data kemudian diproses untuk mendeteksi anomali pada nilai medan magnet. Penentuan anomali medan magnet bumi pada sistem ini dilakukan dengan mengolah data medan magnet bumi pada spektrum ULF menggunakan metode polarisasi rasio Z/H . Data yang dihasilkan dari sistem ini akan ditampilkan pada aplikasi berbasis android.

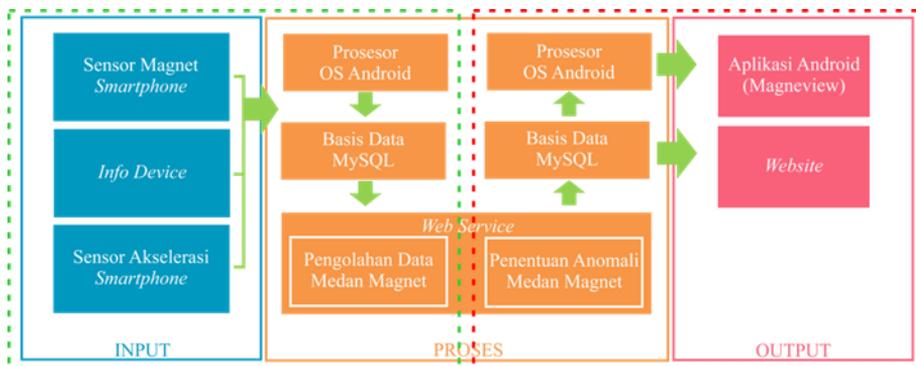
B. METODE

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancang bangun sistem pengamatan medan magnet bumi dan anomali medan magnet bumi, menggunakan sensor magnet yang terdapat pada smartphone. Metode penelitian yang digunakan adalah metode Waterfall, dengan langkah-langkah penelitian yang dimulai dari

- 1) Studi literatur,
- 2) Perancangan sistem pengamatan menggunakan sensor pada smartphone,

- 3) Pembangunan aplikasi berbasis android yang diberi nama Magneview, pembangunan *web service* untuk pengolahan data, serta pembangunan basis data SQLite dan MySQL untuk penyimpanan data,
- 4) Implementasi pada smartphone dan website, hingga
- 5) Pengujian sistem.

Secara umum, sistem menerima input dari sensor magnet dan sensor akselerasi pada smartphone. Sensor magnet memberikan data medan magnet yang belum diolah, sedangkan sensor akselerasi mengirimkan data kondisi akselerasi smartphone. Gambar 1 menunjukkan blok diagram sistem yang terdiri dari bagian input, proses, serta output.



Gambar 1. Blok diagram sistem

Pada blok proses, data medan magnet dan kondisi akselerasi kemudian diolah oleh prosesor smartphone. Jika sistem terhubung dengan internet, sistem akan mengirimkan data ke basis data MySQL untuk disimpan. Data ini kemudian diolah di *web service* dan dilakukan seleksi kondisi akselerasi smartphone. Jika kondisi akselerasi dalam keadaan

diam, data medan magnet akan disetujui untuk diolah lebih lanjut sehingga diperoleh data medan magnet yang terbebas dari *noise* akibat gerakan smartphone. Selanjutnya, sistem melakukan aktivitas pemrosesan yaitu penentuan anomali medan magnet menggunakan metode Polarisasi Rasio Z/H. Keluaran yang dihasilkan adalah data medan magnet bumi beserta anomalnya. Data tersebut kemudian juga disimpan di basis data dan ditampilkan pada aplikasi android.

Identifikasi anomali medan magnet dilakukan dengan menggunakan metode polarisasi rasio Z/H. Polarisasi adalah metode yang digunakan untuk melihat anomali medan magnet komponen Z dan H dari data medan magnet bumi. Penerapan metode polarisasi terdiri dari beberapa tahap (Hamidi dkk., 2018) yakni :

- 1) Mengubah data medan magnet bumi dari domain waktu $f(t)$ menjadi domain frekuensi $f(f)$ dengan metode *Fast Fourier Transform* (FFT).
- 2) Data medan magnet bumi di-filter pada spektrum ULF dengan menggunakan *Low Pass Filter*.
- 3) Menentukan nilai *Power Spectral Density* (PSD) harian dari tiap-tiap data medan magnet sumbu Z dan sumbu H dengan menggunakan persamaan :

$$S_{HD_{ay}}(\omega) = \frac{|B_H(\omega)^2|}{2\pi \cdot \Delta f} \quad (1)$$

$$S_{ZD_{ay}}(\omega) = \frac{|B_Z(\omega)^2|}{2\pi \cdot \Delta f}$$

dengan

- $S_{HDay}(\omega)$ = PSD harian sumbu H
- $S_{ZDay}(\omega)$ = PSD harian sumbu Z
- $B_H(\omega)$ = Medan magnet sumbu H yang sudah di FFT
- $B_Z(\omega)$ = Medan magnet sumbu Z yang sudah di FFT
- Δf = fekuensi sampling

- 4) Menentukan nilai PSD harian rata-rata dari sumbu Z dan sumbu H dengan menggunakan persamaan :

$$S_{\Sigma HDay} = \sqrt{\frac{1}{N} \Sigma [S_{HDay}(\omega)]^2} \tag{2}$$

$$S_{\Sigma ZDay} = \sqrt{\frac{1}{N} \Sigma [S_{ZDay}(\omega)]^2}$$

dengan

- $S_{\Sigma HDay}$ = PSD harian rata-rata sumbu H
- $S_{\Sigma ZDay}$ = PSD harian rata-rata sumbu Z
- $S_{HDay}(\omega)$ = PSD harian sumbu H
- $S_{ZDay}(\omega)$ = PSD harian sumbu Z
- N = Jumlah data dalam satu hari

- 5) Menentukan nilai polarisasi harian sumbu Z dan H menggunakan persamaan :

$$H_{Day} = \frac{S_{\Sigma HDay} - \mu_{\Sigma HMonth}}{\sigma_{\Sigma HMonth}}$$

(3)

$$Z_{Day} = \frac{S_{\Sigma ZDay} - \mu_{\Sigma ZMonth}}{\sigma_{\Sigma ZMonth}}$$

dengan

- H_{Day} = PSD harian sumbu H ternormalisasi
- Z_{Day} = PSD harian sumbu Z ternormalisasi
- $S_{\Sigma HDay}$ = PSD harian rata-rata sumbu H
- $S_{\Sigma ZDay}$ = PSD harian rata-rata sumbu Z
- $\mu_{\Sigma HMonth}$ = PSD bulanan rata-rata sumbu H
- $\mu_{\Sigma ZMonth}$ = PSD bulanan rata-rata sumbu Z
- $\sigma_{\Sigma HMonth}$ = Standar Deviasi PSD Bulanan sumbu H
- $\sigma_{\Sigma ZMonth}$ = Standar Deviasi PSD Bulanan sumbu H

6) Menentukan Polarisasi Rasio Z/H menggunakan persamaan :

$$P_{Day} = \frac{Z_{Day}}{H_{Day}} \tag{4}$$

dengan

- P_{Day} = Nilai polarisasi rasio Z/H
- Z_{Day} = PSD harian sumbu Z ternormalisasi
- H_{Day} = PSD harian sumbu H ternormalisasi

- 7) Mengubah nilai Z/H dari domain frekuensi $f(f)$ menjadi domain waktu $f(t)$ menggunakan *Inverse Fast Fourier Transform* (IFFT).
- 8) Menentukan Standar Deviasi dari nilai Z/H dengan menggunakan persamaan Standar Deviasi :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (5)$$

dengan

S = standar deviasi

x_i = nilai x ke- i

\bar{x} = nilai rata-rata x

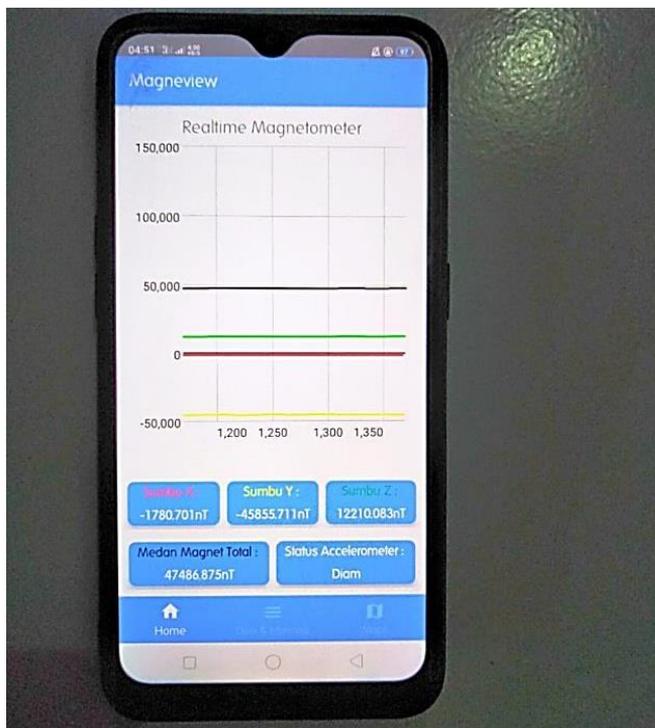
n = jumlah data

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dibahas berikut ini meliputi pengujian aplikasi dan pengujian sistem penentuan anomali medan magnet.

1. Pengujian aplikasi

Pengujian aplikasi dilakukan untuk menguji fitur utama aplikasi yakni untuk mendeteksi nilai medan magnet serta perubahan yang terjadi jika ada anomali medan magnet. Pengujian anomali medan magnet dilakukan dengan mendekatkan benda feromagnetik ke perangkat smartphone dan mengamati nilai medan magnet yang terekam. Benda feromagnetik yang digunakan adalah benda berbahan logam yaitu gunting.

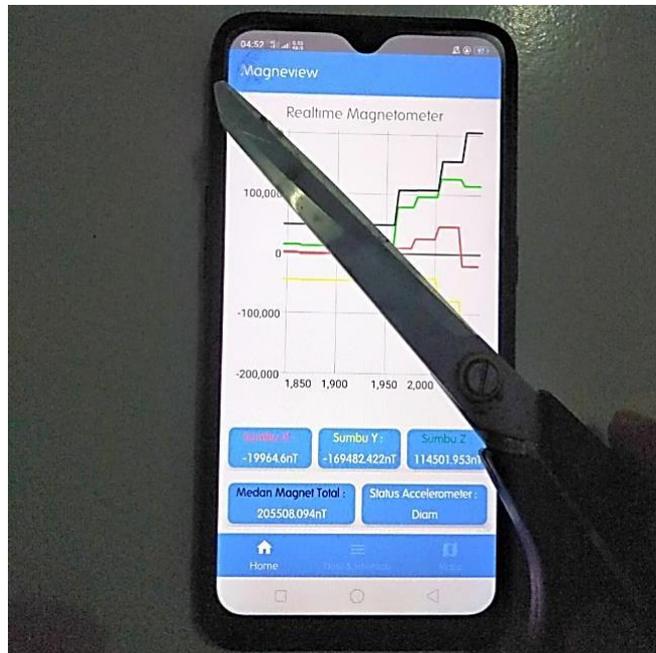


Gambar 2. Perekaman data pada kondisi awal tanpa gangguan

Gambar 2 menunjukkan kondisi awal pengujian. Aplikasi melakukan perekaman data medan magnet bumi dalam kondisi normal tanpa gangguan keberadaan benda feromagnetik di sekitarnya. Nilai medan magnet pada arah sumbu-x, sumbu-y, dan sumbu-z berturut-turut ditunjukkan oleh garis berwarna merah, kuning, dan hijau. Nilai medan magnet total yang terekam berdasarkan perhitungan dari keseluruhan sumbu-x, sumbu-y dan sumbu-z adalah 47486.875 nT, ditunjukkan oleh garis berwarna hitam.

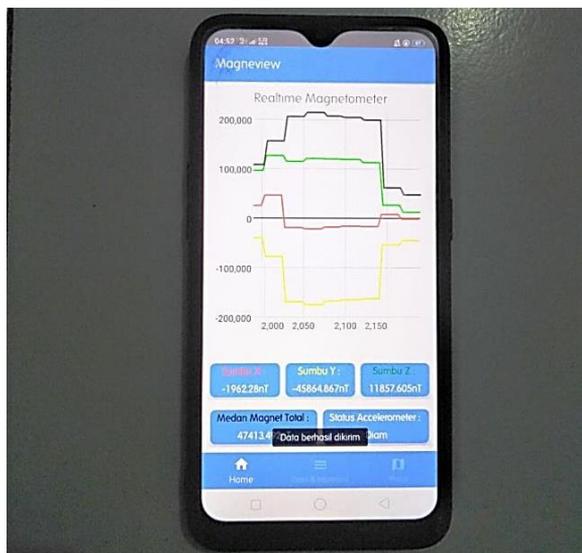
Kemudian, Gambar 3 menunjukkan kondisi ketika sebuah gunting didekatkan dengan perangkat smartphone. Nilai medan magnet total yang terekam oleh aplikasi mengalami peningkatan

menjadi 205508.094 nT. Secara visual, perubahan nilai medan magnet tersebut juga dapat dilihat dari plot grafik yang mengalami kenaikan.



Gambar 3. Perekaman data di dekat benda feromagnetik (gunting)

Gambar 4 menunjukkan kondisi ketika benda feromagnetik dijauhkan kembali, dapat dilihat bahwa nilai medan magnet total yang terekam mengalami penurunan menjadi 47413.492 nT. Perubahan nilai medan magnet tersebut juga dapat dilihat dari plot grafik yang kembali turun. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi dapat mendeteksi terjadinya perubahan medan magnet akibat adanya anomali medan magnet yang disebabkan oleh benda feromagnetik.



Gambar 4. Perekaman data ketika benda feromagnetik dijauhkan

2. Pengujian sistem penentuan anomali medan magnet

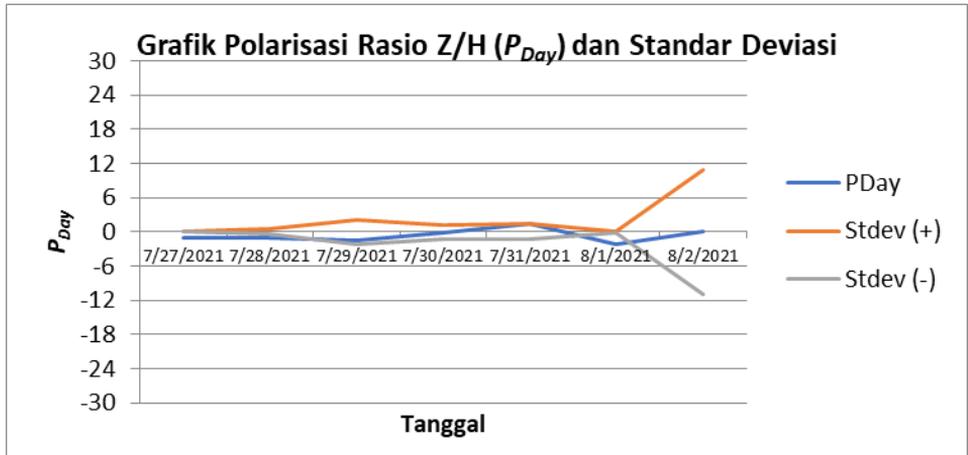
Pengujian sistem penentuan anomali medan magnet bumi adalah pengujian untuk memastikan keberhasilan proses penentuan anomali medan magnet bumi. Pengujian dilaksanakan pada :

Tanggal : 11 Juli – 9 Agustus 2021

Waktu : 19.00 WIB

Lokasi : Taman Pondok Jati M-19, Geluran, Taman,
Sidoarjo, Jawa Timur

Pengujian ini dilakukan dengan cara mengolah data medan magnet yang direkam oleh aplikasi Magneview dan telah dikirimkan ke server. Pengujian ini menggunakan bahasa pemrograman PHP untuk menerapkan rangkaian rumus penentuan anomali medan magnet pada sub bab sebelumnya, yaitu Persamaan (1) sampai dengan Persamaan (5). Smartphone yang digunakan adalah seri Xiaomi Redmi Note 9 Pro.



Gambar 5. Grafik Polarisasi Rasio Z/H (P_{Day})

Gambar 5 menunjukkan grafik nilai polarisasi rasio Z/H (P_{Day}) dengan standar deviasi selama 7 hari, mulai dari tanggal 27 Juli 2021 hingga tanggal 2 Agustus 2021.

Tabel 1. Data Polarisasi Rasio Z/H (P_{Day})

Tanggal	P_{Day}	Standar Deviasi	Latitude	Longitude
27/07/2021	-0,95929	± 0,017734	-6,0816424	106,5447975
28/07/2021	-1,04516	± 0,444223	-6,0816254	106,5448314
29/07/2021	-1,49313	± 2,13068	-6,0816256	106,5448316
30/07/2021	-0,20181	± 1,2513	-6,0816255	106,5448316
31/07/2021	1,42004	± 1,33267	-6,0816253	106,5448314
01/07/2021	-2,05576	± 0,167266	-6,0816561	106,5448416
02/08/2021	-0,00502	± 10,9373	-6,0815446	106,5448564

Tabel 1 menunjukkan data polarisasi rasio Z/H (P_{Day}). Nilai P_{Day} yang terhitung bervariasi mulai dari -0,95929 pada tanggal 27 Juli 2021 hingga -0,00502 pada tanggal 2 Agustus 2021. Nilai P_{Day} tertinggi

tercatat sebesar 1,42004 pada tanggal 31 Juli 2021 dan nilai P_{Day} terkecil tercatat sebesar -2,05576 pada tanggal 1 Agustus 2021. Nilai polarisasi harian P_{Day} yang sangat besar maupun sangat kecil dibandingkan nilai amplitudo rata-rata yang diperoleh selama rentang waktu tertentu, dapat menunjukkan keberadaan anomali medan magnet bumi di suatu lokasi pengukuran. Untuk menetapkan jika suatu nilai polarisasi rasio Z/H telah menunjukkan anomali medan magnet bumi atau tidak, dibutuhkan kajian lebih lanjut ataupun penetapan standar oleh suatu lembaga resmi penanggung jawab data medan magnet bumi di suatu wilayah. Namun, hasil pengujian yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa ke depan, pengumpulan data polarisasi rasio Z/H menggunakan smartphone telah dapat dilakukan.

D. PENUTUP

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa aplikasi bernama Magneview telah berhasil dirancang dan mampu melakukan pengukuran yang secara eksperimental dapat mendeteksi adanya anomali medan magnet. Data polarisasi rasio Z/H (P_{Day}) yang didapatkan sebanyak 7 data selama 7 hari mulai dari tanggal 27 Juli 2021 hingga tanggal 2 Agustus 2021 dengan nilai P_{Day} tertinggi tercatat sebesar 1,42004 pada tanggal 31 Juli 2021 dan nilai P_{Day} terkecil tercatat sebesar -2,05576 pada tanggal 1 Agustus 2021. Nilai polarisasi harian P_{Day} yang sangat besar maupun sangat kecil dibandingkan nilai rata-rata yang diperoleh selama rentang waktu tertentu, dapat

menunjukkan keberadaan anomali medan magnet bumi di suatu lokasi pengukuran.

Saran pengembangan yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah data medan magnet bumi yang berhasil direkam sebaiknya divalidasi dengan data dari lembaga resmi penanggung jawab data medan magnet bumi di suatu wilayah. Jumlah data medan magnet bumi yang diolah juga dapat dipertimbangkan untuk diperbanyak agar penentuan anomali medan magnet memiliki reliabilitas yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, F. 2020. *Analisis Anomali Medan Magnet Untuk Menentukan Prekursor Gempabumi Tektonik (Studi Kasus: Wilayah Banten 2018)*. Skripsi. Lampung: Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- Harudini, H., Sasmita, J., Suhendra, D., & Iskandar, F. 2017. *Studi Awal Pengukuran Laju Benda Menggunakan Sensor Magnet pada Smartphone*. Seminar Kontribusi Fisika, 314–318.
- Hamidi, M., Namigo, E. L., & Ma'muri. 2018. Identifikasi Anomali Sinyal Geomagnetik Ultra Low Frequency Sebagai Prekursor Di Wilayah Kepulauan Nias. *Jurnal Ilmu Fisika*, 10(1), 53–62.
- Hellesund, S., 2018, *Measuring Earth's Magnetic Field Using a Smartphone Magnetometer*, arXiv:1901.00857, pp 1–5.
- Junaedy, M., & Efendi, R. 2016. Studi Zona Mineralisasi Emas Menggunakan Metode Magnetik Di Lokasi Tambang Emas Poboya. *Online Journal of Natural Science*, 5(2), 209–222.