

Analisa Kandungan Mineral Pasir Hitam di Pantai Bali Barat

Dewi Oktofa Rachmawati^(1,a), Gede Aris Gunadi^(1,b) dan Nurfa Risha^(1,c)

¹ Jurusan Fisika dan Pengajaran IPA, Universitas Pendidikan Ganesha, Bali, Indonesia, 81119

Email : ^(a)dewioktofa.r@undiksha.ac.id, ^(b)igedearisgunadi@undiksha.ac.id,

^(c)nurfa.risha@undiksha.ac.id

Diterima (04 Desember 2024), Direvisi (17 Januari 2025)

Abstract. The black sand of Baluk Rening and Kusuma Temple beaches comes from the erosion of volcanic rocks from Mount Merbuk, Mount Batukaru, and the Seraya Mountains by the waves of the Indian Ocean. The mineral content of the black sand on this beach has characteristics that differ from other black sand beaches. Factors such as the source of the rocks, the erosion process, the transportation medium, and the deposition site influence these characteristics. Therefore, an analysis of the mineral content in the black sand of these two beaches needs to be conducted. This study aimed at analyzing the mineral content of black sand on the West Bali coast, namely Baluk Rening and Candi Kusuma beaches. The results of the black sand sample extraction were analyzed for their physical properties and mineral content. The mineral content of black sand was tested by electron scattering method using an XRF instrument. Its density are determined based on the principle of mass-to-volume ratio. Data were analyzed descriptively quantitatively expressed in weight percentage (wt%). The results show that the black sand on both beaches contain hematite, rutile, quartz, corundum, zincite, quicklime, shcherbinaite, eskolaite, and manganosite minerals. The amount of hematite minerals reach 80.80% with Fe elements of 84.51% in the black sand of Baluk Rening beach and 80.88% in the black sand of Candi Kusuma beach with Fe elements of 84.61%wt. In addition, there are compounds that are not minerals, namely potassium oxide, P₂O₅, rhenium oxide, europium oxide. Found heavy metal bismuth, heavy transition metal rhenium and rare earth element europium. The magnetic mineral density in the black sand of Baluk Rening beach and Kusuma Temple is 2018.90 kg/m³ and 1827.10 kg/m³.

Keywords: magnetic minerals, black sand, x-ray fluorescence.

Abstrak. Pasir hitam pantai Baluk Rening dan Candi Kusuma berasal dari pengikisan batuan vulkanik Gunung Merbuk, Gunung Batukaru, dan Pegunungan Seraya oleh gelombang laut Samudra Hindia. Kandungan mineral pada pasir hitam pantai ini memiliki karakteristik yang berbeda dari pasir hitam pantai lainnya. Faktor asal batuan, proses perombakan, media transportasi dan tempat pengendapan mempengaruhinya. Oleh karena itu analisa keterdapatan mineral pada pasir hitam kedua pantai ini perlu dikaji. Penelitian ini bertujuan menganalisa kandungan mineral pasir hitam di pantai Bali Barat yaitu pantai Baluk Rening dan Candi Kusuma. Hasil ekstraksi sampel pasir hitam dianalisa sifat fisika dan kandungan mineralnya. Kandungan mineral pasir hitam diuji dengan metode non destruktif menggunakan instrumen XRF. Kerapatannya ditentukan dengan prinsip rasio massa dan volume. Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif dinyatakan dalam persentase berat (wt%). Hasil penelitian menunjukkan pasir hitam pada kedua pantai tersebut mengandung mineral hematite, rutil, quartz, corundum, zinkit, quicklime, shcherbinaite, eskolaite, dan manganosit. Jumlah mineral hematit mencapai 80,80% dengan elemen Fe sebanyak 84,50% pada pasir hitam pantai Baluk Rening dan 80,88% pada pasir hitam pantai Candi Kusuma dengan unsur logam Fe sebanyak 84,61%wt. Selain itu terdapat senyawa yang bukan mineral yaitu kalium oksida, P₂O₅, rhenium oksida, europium oksida. Ditemukan logam berat bismut, logam transisi berat renium dan elemen tanah jarang europium. Kerapatan mineral magnetik pada pasir hitam pantai Baluk Rening dan Candi Kusuma adalah 2018.90 kg/m³ dan 1827.10 kg/m³.

Kata kunci: mineral magnetik, pasir hitam, x-ray flouresensi.

PENDAHULUAN

Pasir hitam atau yang dikenal dengan pasir besi merupakan salah satu jenis endapan mineral berat yang banyak ditemukan di beberapa daerah pesisir pantai. Pasir ini memiliki kandungan mineral besi tinggi dibandingkan mineral lainnya. Mineral ini sering dimanfaatkan dalam industri logam, pigmen, keramik, material konstruksi, dan teknologi tinggi seperti semikonduktor [1,2].

Mineral utama yang terdapat dalam pasir besi berasal dari seimen bebatuan yang tererosi, kemudian diangkut oleh air atau angin ke wilayah pesisir. Pasir besi terbentuk melalui proses sedimentasi akibat erosi batuan yang kaya akan mineral besi, seperti basalt atau andesit. Melibatkan proses pelapukan kimia dan mekanik, transportasi dan pemilahan gravitasi.

Sifat fisika dan kimia pasir besi ditunjukkan oleh mineral berat seperti magnetit dan hematit yang memiliki berat jenis lebih tinggi dibandingkan pasir biasa (sekitar 5 g/cm³). Beberapa mineral magnetik seperti magnetit bersifat magnet sehingga mudah dipisahkan dengan metode magnetik. Beberapa mineral seperti hematit dan ilmenit memiliki stabilitas kimia yang baik.

Beberapa mineral yang terkandung dalam pasir besi yaitu magnetit (Fe₃O₄), hematit (Fe₂O₃), ilmenit (FeTiO₃), rutil (TiO₂), zirkon (ZrSiO₄), kromit (FeCr₂O₄). Magnetit merupakan mineral besi utama yang bersifat magnetik, hematit (Fe₂O₃) sebagai mineral besi kedua yang jumlahnya cukup dominan. Mineral ilmenit merupakan mineral yang mengandung besi dan titanium. Mineral ini dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pigmen titanium dioksida. Mineral rutil (TiO₂) sumber titanium lainnya yang ditemukan dalam jumlah kecil. Mineral zirkon (ZrSiO₄) sebagai mineral ikutan yang digunakan pada

industri keramik dan bahan tahan panas. Sedangkan mineral kromit (FeCr₂O₄) merupakan mineral yang mengandung kromium yang sering ditemukan dalam pasir besi berkualitas tinggi. Penelitian Deny Setyadi, dkk; Susilawati, dkk; Endang Haryati dkk menunjukkan bahwa magnetit dan hematit adalah mineral magnetik dengan presentase paling tinggi dalam pasir besi [3,4,5].

Keberadaan pasir besi, kandungan dan komposisinya tergolong unik antar satu tempat dengan tempat lainnya bergantung pada faktor batuan asal, proses perombakan, media transportasi, proses dan tempat pengendapan. Oleh karena itu, beberapa penelitian mengkaji prospeksi pasir besi untuk melihat keterdapatan, kualitas dan estimasi sumber daya di beberapa wilayah Indonesia yaitu kabupaten Tasikmalaya dan Sumbawa [6,7].

Keterdapatan dan kualitas mineral pada pasir besi terus diupayakan dalam rangka menjamin ketersediaan mineral untuk aplikasinya. Penelitian Lalu A. Didik, dkk; Sismanto, dkk; Ulfa Eka Safitri, dkk telah mengidentifikasi kandungan mineral pada pasir besi di beberapa pantai di wilayah selatan pulau Jawa, pantai barat Sumatra, Nusa Tenggara dan pantai utara Papua [8,9,10]. Identifikasi kandungan mineral pasir besi menggunakan teknik x-ray flourensensi.

X-ray *fluorescence* merupakan teknik analisis kandungan unsur dalam suatu sampel. Interaksi sinar-x dengan sampel menghasilkan puncak spektrum yang mewakili salah satu jenis unsur sesuai dengan karakteristik sinar-x. Analisis kuantitatif diperoleh dengan cara membandingkan intensitas unsur pada sampel dengan standar [11]. Teknik pengukuran ini dipilih karena bersifat non destruktif dan memiliki batas deteksi hingga satuan ppm (*part per million*).

Pasir hitam pantai Baluk Rening dan Candi Kusuma hasil dari pengikisan batuan vulkanik dari Gunung Merbuk, Gunung

Batukaru, dan Pegunungan Seraya oleh gelombang laut Samudra Hindia. Kedua pantai ini memiliki panjang garis pantai masing-masing sekitar 1 km. Warna hitam pasir disebabkan komposisi batuan vulkanik yang kaya akan mineral-mineral gelap, seperti piroksen, amfibol, dan magnetit. Pasir hitam kedua pantai ini mencirikan roman permukaan yang spesifik sebagai endapan pasir besi yang mengandung unsur logam besi yang tinggi. Penampakan yang berlimpah disepanjang pantai memberi kemudahan untuk dimanfaatkan dan diolah oleh masyarakat setempat sebagai bahan utama pembuatan gapura dan rumah ibadah. Diyakini penggunaan pasir besi dapat menambah kekuatan dan memberi warna alamiah. Pemakaian 80% pasir besi dari berat pasir keseluruhan akan memberikan kuat tekan maksimum 42.65 MPa dan menaikkan kemampuan kuat tekan hingga 28.41% [12,13].

Pengungkapan kandungan mineral magnetik dan mineral pengikutnya pada pasir hitam di pantai Bali Barat diharapkan dapat ditemukan mineral-mineral unik lainnya yang bermanfaat bagi pengembangan sains dan teknologi dan riset, pengolahan unsur logam/mineral dan aplikasinya. Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kandungan mineral pasir hitam di Pantai

Bali Barat.

METODE PENELITIAN

Pasir hitam pada penelitian ini adalah pasir besi yang diperoleh dari 3 titik lokasi yang berbeda. Sampel tersebut diambil pada permukaan pasir secara acak. Pasir dikeringkan sebelum diekstraksi dengan teknik pengeringan alami. Teknik pemisahan alami dipilih untuk memisahkan pasir hitam dari pengotor. Selanjutnya, sampel diekstraksi menggunakan magnet permanen sebanyak 10 kali. Dilakukan pengujian kerapatan pasir hitam, kandungan mineral pada sampel hasil ekstraksi. Kerapatan material magnetik pasir hitam dianalisa dengan prinsip rasio massa dan volume. Analisa kandungan unsur logam, non logam dan oksida pada material magnetik menggunakan metode hamburan electron dengan alat ukur *X-Ray Fluorescence*. Seluruh data dianalisa secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif dan disimpulkan dalam bentuk persentase.

HASIL & PEMBAHASAN

Sampel pasir hitam pantai Baluk Rening dan Candi Kusuma sebelum dan setelah ekstraksi disajikan pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1.a. Sampel pasir hitam Baluk Rening sebelum ekstraksi



Gambar 1.b Sampel pasir hitam Candi Kusuma setelah ekstraksi



Gambar 2.a. Sampel pasir hitam Candi Kusuma sebelum ekstraksi



Gambar 2.b. Sampel pasir hitam Candi Kusuma setelah ekstraksi

Sampel pasir hitam pada dua pantai tersebut memiliki warna abu-abu tua cenderung hitam berkilap. Warna hitam menunjukkan adanya kandungan mineral magnetit dan hematit. Menurut Cornell, RM, & Schwertmann, U., hematit memiliki kenampakan kilap bervariasi dari submetalik sampai metalik. Rentang warna hematit berada pada merah hingga coklat dan hitam hingga abu-abu perak. Sedangkan magnetit merupakan sedimen berwarna hitam, buram, kilap bervariasi submetalik sampai metalik

[14]. Berdasarkan nilai raba, sampel pasir hitam pantai Baluk Rening dan Candi Kusuma tergolong kasar (ukuran butirnya $> 0.5 \text{ mm}$). Sampel kedua pasir hitam tersebut masing-masing memiliki kerapatan material magnetik 2018.90 km/m^3 dan 1827.10 kg/m^3 .

Hasil uji x-ray *fluorescence* terhadap kandungan unsur dan oksida pada sampel pasir hitam pantai Baluk Rening disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan unsur dan oksida pada sampel pasir hitam pantai Baluk Rening

Unsur	%	Oksida	%
Al	3.00	Al_2O_3	4.00
Si	0.87	SiO_2	1.40
P	0.25	P_2O_5	0.44
Ca	0.41	CaO	0.42
Ti	8.03	TiO_2	9.84
V	0.69	V_2O_5	0.75
Cr	0.12	Cr_2O_3	0.14
Mn	0.49	MnO	0.41
Fe	84.50	Fe_2O_3	80.80
Zn	0.088	ZnO	0.06
Br	0.28	Br	0.18
Eu	0.55	Eu_2O_3	0.59
Re	0.20	Re_2O_7	0.20
Bi	0.89	Bi_2O_3	0.72

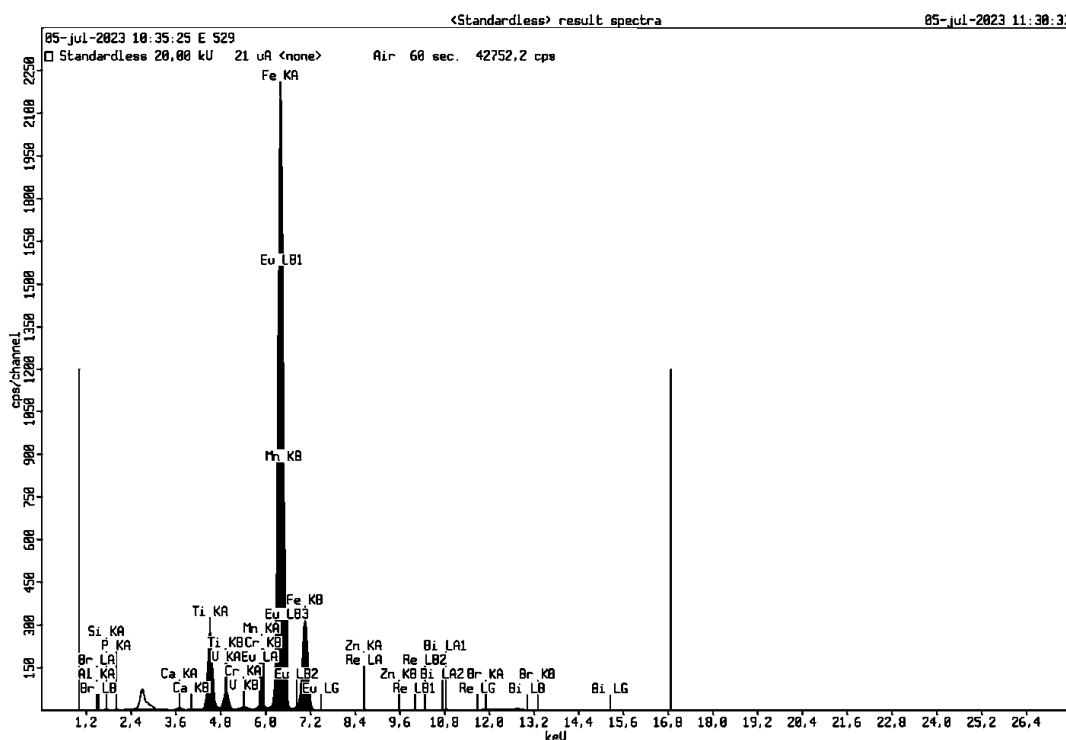
Berdasarkan Tabel 1. unsur dominan pada sampel adalah unsur logam besi (Fe) dengan jumlah mencapai 84.50%. Selain unsur logam Fe terdapat unsur logam lainnya yaitu Al, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Zn, Re

dan Bi. Sedangkan unsur non logam adalah Si, P, Br dan Eu. Dari unsur logam ini, Fe, Ti, Cr, Mn dan V bersifat magnetik. Unsur-unsur ini yang memberi kontribusi sifat magnetik pada sampel

pasir hitam. Pada sampel pasir hitam pantai Baluk rening mengandung unsur Europium (Eu) yang merupakan elemen tanah jarang. Selain itu terdapat unsur renium (Re) yang merupakan logam transisi berat yang sangat langka. Berdasarkan data oksida pada Tabel 1, terdapat mineral *corondum*, *quartz*, *quicklime*, *rutil*, *Shcherbinaite*, *Eskolaite*, *Manganosit*, *Hematite*, *Zinkit*, *rare earth minerals*, *Bismutina*, yang terkandung pada sampel pasir hitam pantai Baluk

Rening. Hematit merupakan mineral yang paling dominan dengan jumlah mencapai 80.80%. Nilai ini lebih kecil dari kandungan unsur dan mineral yang terkandung pada pasir hitam pantai Yeh Gangga [15]. Kandungan mineral tanah jarang yaitu *europium oxide* sangat kecil kurang dari 1%.

Puncak spektrum yang mewakili unsur pada sampel pasir hitam pantai Baluk Rening disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Puncak spektrum sampel pasir hitam pantai Baluk Rening

Gambar 3 merupakan spektrum energi sinar-x yang dipancarkan oleh unsur-unsur dalam sampel. Puncak tertinggi adalah unsur logam Fe. Ini menunjukkan bahwa unsur logam Fe dominan dalam sampel dengan konsentrasi yang lebih besar yang direpresentasikan oleh nilai intensitas.

Intensitas sinyal sinar-x yang terukur mendekati 2250 cps berasal dari transisi elektron kulit K pada atom Fe.

Kandungan unsur dan oksida pada sampel pasir hitam pantai Candi Kusuma disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan unsur dan oksida pada sampel pasir hitam pantai Candi Kusuma

Unsur	%	Oksida	%
Al	3,00	Al ₂ O ₃	4.00
Si	1.00	SiO ₂	1.60
P	0.22	P ₂ O ₅	0.38
Ca	0.31	CaO	0.32

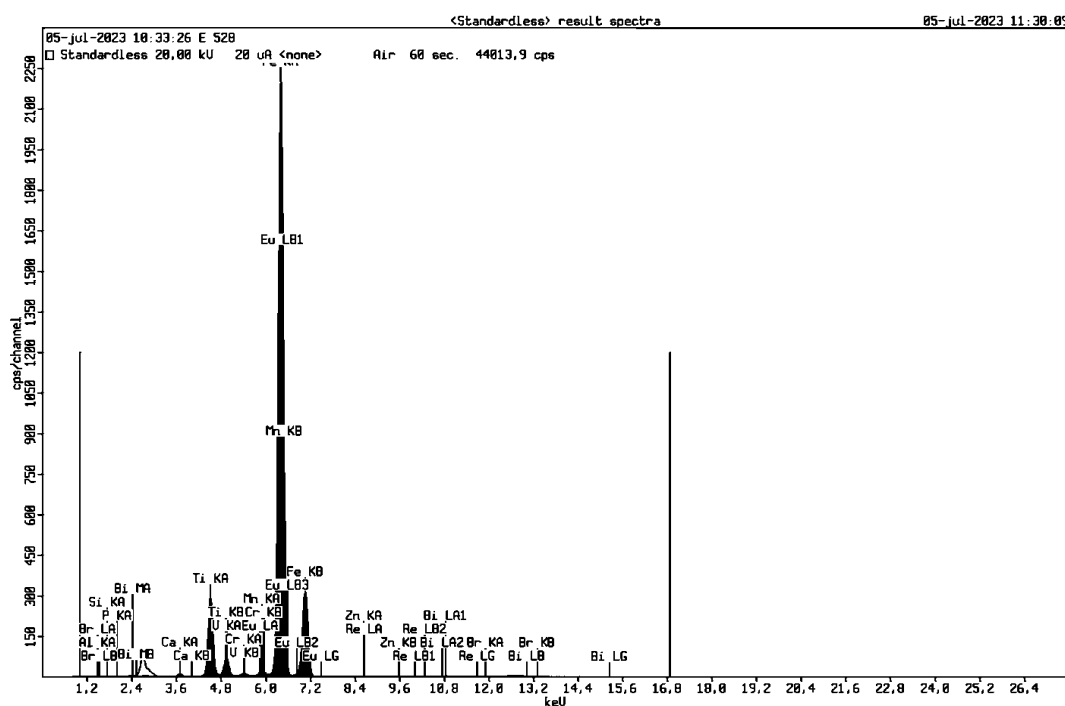
Unsur	%	Oksida	%
Ti	7.71	TiO ₂	9.45
V	0.67	V ₂ O ₅	0.72
Cr	0.12	Cr ₂ O ₃	0.14
Mn	0.50	MnO	0.41
Fe	84.61	Fe ₂ O ₃	80.88
Zn	0.08	ZnO	0.05
Br	0.33	Br	0.21
Eu	060	Eu ₂ O ₃	0.65
Re	0.20	Re ₂ O ₇	0.30
Bi	0.85	Bi ₂ O ₃	0.68

Berdasarkan Tabel 2. unsur dominan pada sampel pasir hitam pantai Candi Kusuma adalah unsur logam besi (Fe) dengan jumlah mencapai 84.61%. Nilai ini tidak jauh beda dengan jumlah Fe pada sampel pasir hitam pantai Baluk Rening. Perbedaannya sebesar 0.11%. Unsur logam dan non logam lainnya yang terkandung pada sampel pasir hitam pantai ini sama dengan pada sampel pasir hitam pantai Baluk Rening. Kuantitas unsur tidak berbeda jauh, kurang dari 0.1%.

Seperti pada sampel pasir hitam pasir

Baluk Rening, hematit merupakan mineral yang paling dominan dengan jumlah mencapai 80.88%. Corondum dalam sampel mencapai 4%, merupakan mineral yang sangat keras dan ditemukan dalam bentuk kristal. Kandungan mineral tanah jarang yaitu europium oxide hanya 0.65%. Mineral ini biasanya tidak ditemukan dalam bentuk mineral murni di alam.

Puncak spektrum yang mewakili unsur pada sampel pasir hitam pantai Candi Kusuma disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Puncak spektrum sampel pasir hitam pantai Candi Kusuma

Gambar 2 merupakan spektrum energi sinar-x yang dipancarkan oleh unsur-unsur dalam sampel. Puncak tertinggi adalah unsur logam Fe. Ini menunjukkan bahwa unsur logam Fe dominan pada sampel pasir hitam pantai Candi Kusuma dengan konsentrasi yang lebih besar yang direpresentasikan oleh nilai intensitas. Intensitas sinyal sinar-x yang terukur mencapai 2250 cps berasal dari transisi elektron kulit K pada atom Fe.

Karakteristik mineral pada pasir hitam dikedua pantai tidak berbeda jauh. Pasir hitam bersal dari batuan vulkanik yang sama melalui proses perombakan oleh gelombang laut Samudra Hindia, media transportasi dan tempat pengendapannya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pasir hitam pantai Baluk Rening dan Candi Kusuma berwarna abu-abu tua cenderung hitam berkilat dengan kerapatan masing-masing 2018.90 kg/m^3 dan 1827.10 kg/m^3 . Mineral yang terkandung pada kedua pasir hitam tersebut adalah corondum, quartz, *quicklime*, *rutil*, *shcherbinaite*, *eskolaite*, *manganosit*, *hematite*, *zinkit*, *rare earth minerals*, *Bismutina*. Jumlah mineral hematit pasir hitam pantai Baluk Rening dan Candi Kusuma dominan dibanding mineral lainnya yaitu 80.80% dan 80.88% dengan kandungan unsur logam Fe sebesar 84.50% dan 84.61%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] La Agus, Alimin, La Ode Ahmad, Muhammad Zamrun Firihi, Seitaro, Mitsudo, and Hiromitsu Kikuchi, "Crystal and microstructure of MnFe_2O_4 synthesized by ceramic method using manganese ore and iron sand as raw materials", *IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series* 1153, pp.1-7, February. 2019.
- [2] Zulfiadi ZULHAN, Za'iimatul HUSNAA and Eddy Agus BASUKI, "Effect of Briquette Thickness on Iron Nugget Formation in Fluxless Processing of Iron Sand Concentrate under Isothermal – Temperature Gradient Profiles", *ISI International*. vol. 63, no. 3, pp. 487-495, January 2022.
- [3] Deny Setiady, E. H. Sudjono, D. Z. Hans dan Sutardi, "Kandungan Mineral Pada Pasir Besi Di Pantai Loji Dan Ciletuh, Kabupaten Sukabumi, Jawa Barat Berdasarkan Data Bor Dan Georadar", *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. vol.16, no. 3, pp. 125 – 138, Sept. 2020.
- [4] Susilawati, Aris Doyan, Muhammad Taufik, Wahyudi, Erin R.Gunawan, Kosim Annisa Fithriyani, Husniatul Khair, "Identifikasi Kandungan Fe Pada Pasir Besi Alam Di Kota Mataram", *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, vol. 4, no. 1, pp.105-110, Juni 2018.
- [5] Endang Haryati, Khaerian Dahlan, Shabri Putra Wirman, "Karakterisasi dan Sifat Kemagnetan Pasir Besi Esktraksi Asal Pantai Betaf Sarmi Papua", *Jurnal Photon*, vol. 9, no. 2, pp. 238-24, Juni 2019.
- [6] Teuku Ishlah, Suwahyadi, Dwi Nugroho Sunuhadi, "Sumber Daya dan Karakteristik Endapan Pasir Besi di Ciheras Kabupaten Tasikmalaya", *Buletin Sumber Daya Geologi*, vol. 18, no. 3, pp. 155-169, Nopember 2023.
- [7] Rifi Sani Nugraha, Tatik Handayani, Nur Indah Kartikasari, dan Sulaeman, "Prospeksi Pasir Besi di Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara", *Prosiding Hasil Kegiatan Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi Tahun Anggaran 2021*, Buku 1, pp. 39-51, 2021.
- [8] Lalu A. Didik, Muh. Wahyudi, "Analisa Kandungan Fe dan Karakteristik Sifat Listrik Pasir Besi Pantai Telindung yang Disintesis Dengan Beberapa Metode", *Indonesian*

- Physical Review*, vol. 3, no. 2, pp. 64 – 71, Juni 2020.
- [9] Sismanto, Yuris Sutanto, Radjabal Akbar and Syamsul Fala Alaidin, “Identifikasi Sebaran dan Kedalaman Pasir Besi Di Daerah Pantai Samas Dusun Ngepet Desa Srigading Kab. Bantul dengan Menggunakan Metode Geofisika Magnetik dan Geolistrik”, *Jurnal Fisika Indonesia*, vol. 21, no. 3, pp. 26-37, 2017.
- [10] Ulfa Eka Safitri, Teguh Ardianto, Lily Maysari Angraini, “Identifikasi Sebaran Bijih Besi Menggunakan Metode Geomagnet di Desa Pringgabaya Utara, Kabupaten Lombok Timur”, *Kappa Journal*. vol. 4, no. 1, pp. 42-47, 2020
- [11] P. Brouwer, *Theory of XRF: Getting Acquainted with the Principles*, Netherlands, PANalytical, 2010.
- [12] Bangkit Aryoputro Firjatullah, Mochamad Teguh, Elvis Saputra, “Optimalisasi penggunaan pasir besi sebagai pengganti agregat halus dalam campuran beton mutu tinggi”, *Jurnal Teknisia*, vol. 27, no. 1, pp. 024-03, Juni 2022.
- [13] Pengadaan, “Manfaat Pasir Besi Dan Cara Pelestariannya Agar Tidak Habis”, 2020, Diakse: <https://www.pengadaan.web.id/2020/04/p>
- [14] Cornell, R.M., & Schwertmann, U., *The iron oxides: structure, properties, reactions, occurrences, and uses*, NewYork, VCH Weinheim, 1996.
- [15] Dewi Oktofa Rachmawati, Gede Aris Gunadi, Nurfa Risha, Iwan Suswandi, “The Content of Magnetic Material in Black Sand of Yeh Gangga Beach”, *Jurnal Fisika*, vol. 13, no. 2, pp.69-7, November 2023.