

Identifikasi Sebaran dan Volume Pasir Besi Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* dan Analisis Kandungan Fe didalamnya menggunakan *X-Ray Fluorescence* di Desa Paca Bagian Selatan

Eminia Sofya Papuling¹, Bayu Achil Sadjab¹✉, Kurnia¹, Oktosea Buka¹, Harsen Berg Janis¹, Masitah Yusniar¹, Adrian Rahmat Nur², Haerul Anwar³

¹Program Studi Fisika, Universitas Halmahera, Tobelo, Indonesia, 97762

²Program Studi Fisika, Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia, 93132

³Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Kesehatan dan Teknologi PKP, DKI Jakarta, 10110

Article History

Received 08 November 2023

Received in revised 24 November 2023

Accepted 28 November 2023

Available online 07 December 2023

Corresponding author:

Bayu Achil Sadjab

E-mail address:

bayu0604@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini menggunakan alat Naniura NRD300 HF untuk penerapan metode geolistrik konfigurasi Wenner-Schlumberger yang bertujuan mengetahui arah sebaran pasir besi, volume pasir besi, dan konsentrasi Fe_2O_3 pasir besi di kawasan pantai Paca bagian selatan. Hasil pengukuran yang terkumpul kemudian diolah oleh software RES2DINV menjadi penampang 2 Dimensi (2D) yang menunjukkan nilai sebaran lapisan bawah permukaan yang ditunjukkan oleh gambar berwarna. Setelah disimpan dalam format (.xyz), hasil software RES2DINV diproses di software RockWork untuk membuat penampang pseudo-3D. Hasil software RES2DINV menunjukkan nilai resistivitas antara 0,0761 – 3,59 Ωm yang diidentifikasi sebagai pasir besi dengan volume sejumlah 13,304 m^3 pada kedalaman 2,50 – 9 meter dari permukaan titik datum, sementara pada lintasan 2, nilai resistivitas berkisar antara 0,414 – 3,13 Ωm , dan pada kedalaman 2,50 – 7 meter dari permukaan titik datum dengan volume mencapai 12,883 m^3 berdasarkan hasil software RockWork. Sebaran endapan pasir besi pada wilayah penelitian adalah dari selatan hingga utara. Metode yang digunakan untuk menentukan komposisi mineral yang ada dalam sampel disebut X-Ray Fluorescence (XRF). Hasil analisa kandungan Fe_2O_3 pada lintasan pertama 36,704% dan lintasan 2 sebesar 35,500%.

Kata kunci: Pasir besi; Konfigurasi Wenner-Schlumberger, Software Res2dinv; Software Rockwork; X-Ray Fluorescence (XRF)

Abstract

This research uses the Naniura NRD300 HF tool to apply the Wenner-Schlumberger configuration geoelectric method which aims to determine the direction of distribution of iron sand, the volume of iron sand, and the Fe_2O_3 concentration of iron sand in the southern Paca beach area. The collected measurement results are then processed by RES2DINV software into a 2 Dimensional (2D) cross section which shows the distribution value of the subsurface layer as shown by a color image. After being saved in (.xyz) format, the RES2DINV software results are

processed in RockWork software to create a pseudo-3D cross section. The RES2DINV software results show a resistivity value between 0,0761 – 3,59 Ωm which is identified as iron sand with a volume of 13,304 m^3 at a depth of 2,50 – 9 meters from the surface of the datum point, while on track 2, the resistivity value ranges between 0,414 – 3,13 Ωm , and at a depth of 2,50 – 7 meters from the surface of the datum point with a volume reaching 12,883 m^3 based on the results of the RockWork software. The distribution of iron sand deposits in the study area is from south to north. The method used to determine the composition of minerals present in a sample is called X-ray fluorescence (XRF). The results of the analysis of the Fe_2O_3 content in the first pass were 36,704% and in pass 2 it was 35,500%.

Keywords: Iron sand; Wenner-Schlumberger configuration; Res2dinv software; Rockwork software; X-Ray Fluorescence (XRF)

1. Pendahuluan

Pasir besi mengandung partikel besi yang proses pembentukannya berasal dari pelapukan batuan (mengandung mineral besi) oleh cuaca dan gelombang laut, dimana batuan tersebut terakumulasi, tersapu oleh gelombang laut, dan diendapkan di sepanjang pantai (Sadjab, dkk., 2020). Pasir yang mengandung partikel besi adalah ditandai dengan warna keabu-abuan atau kehitaman. Berdasarkan observasi awal di pantai desa Paca bagian selatan, terdapat pasir yang mengandung besi. Hasil pengamatan ditunjukkan dengan adanya pasir yang menempel pada magnet batang. Pasir besi juga mempunyai banyak manfaat bagi industri di pabrik baja sebagai bahan baku dan bahan magnetis dari mana bijih besi diekstraksi (Cescon & Jiang, 2020). Secara umum kajian pasir besi dapat diidentifikasi dengan beberapa metode dalam geofisika, seperti metode magnetik untuk menentukan susceptibilitas lapisan pasir besinya, atau dapat juga menggunakan metode *Very Low Frequency* (VLF) untuk mengetahui arus besarnya medan elektromagnetik sekunder dari perlapisan pasir besi, dan metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni metode geolistrik, dalam mengidentifikasi sebaran dan volume pasir besi dengan metode geolistrik bermanfaat untuk menentukan lapisan bawah permukaan berdasarkan sifat kelistrikan batuan. Metode geolistrik adalah juga merupakan metode yang cukup banyak digunakan dalam dunia eksplorasi, salah satunya adalah pasir besi eksplorasi, dimana metode ini menganggap bumi sebagai penghambat raksasa. Dalam metode ini, banyak elektroda konfigurasi yang diketahui, di antaranya konfigurasi Wenner, konfigurasi Schlumberger dan Konfigurasi dipol-dipol sering digunakan (Satriani, dkk., 2012).

Konfigurasi Wenner-Schlumberger merupakan konfigurasi elektroda metode geolistrik yang umumnya digunakan untuk pemetaan dan sounding (Jamaluddin & Umar, 2018; Pratiwi, dkk., 2019). Itu Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* juga merupakan metode gabungan antara konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger*. Metode pemetaan resistivitas merupakan salah satu metode resistivitas yang bertujuan untuk mempelajari variasi horizontal resistivitas lapisan bawah permukaan. Sementara itu, resistivitasnya Metode sounding bertujuan untuk mempelajari variasi vertikal resistivitas batuan di bawah permukaan bumi. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* mempunyai keunggulan vertikal dan horizontal cakupan. Keuntungan dari konfigurasi *Wenner* adalah keakuratan pembacaan tegangan elektroda MN lebih baik dengan jumlah yang relatif banyak karena jarak elektroda MN relatif dekat ke elektroda AB (Sadjab, dkk., 2020). Sedangkan keunggulan konfigurasi *Schlumberger* adalah kemampuannya mendeteksi ketidakhomogenan lapisan batuan di permukaan, yaitu dengan membandingkan resistivitas semu nilai ketika terjadi perubahan jarak elektroda MN/2 (Aizebeokhai & Oyeyemi,

2015). Menggunakan konfigurasi Wenner-Schlumberger dalam penelitian ini untuk menentukan kondisi bawah permukaan bumi secara horizontal dan vertikal. Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan melaksanakan penelitian untuk mengidentifikasi sebaran dan volume pasir besi di wilayah pesisir desa Paca bagian Selatan.

2. Metode

2.1. Metode Resistivity

Metode geolistrik dapat digunakan dengan baik jika terdapat kontras resistivitas antar medium. Kontras dapat berupa medium yang relatif konduktif terhadap medium non-konduktif, atau terdapat perbedaan litologi. Setiap jenis batuan bawah permukaan memiliki nilai resistivitas yang berbeda-beda. Setiap resistivitas tergantung pada densitas, kadar air, mineral, kadar garam, dan porositas batuan (Sadjab, dkk., 2020). Prinsip kerja geolistrik adalah mengukur tahanan jenis (*resistivity*) dengan mengalirkan arus listrik kedalam batuan atau tanah melalui dua elektroda arus (*current electrode*), kemudian arus diterima oleh dua elektroda potensial. jarak antar elektroda dapat bervariasi sesuai dengan spesifikasi daerah dan topografi, sehingga nilai resistivitas dapat dihitung melalui hukum Ohm. Misalkan R adalah hambatan (Ohm); A adalah luas penampang medium (m²), dan L adalah panjang medium (m), maka berdasarkan Gambar 1, resistivitas medium, (Ωm) dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 1.

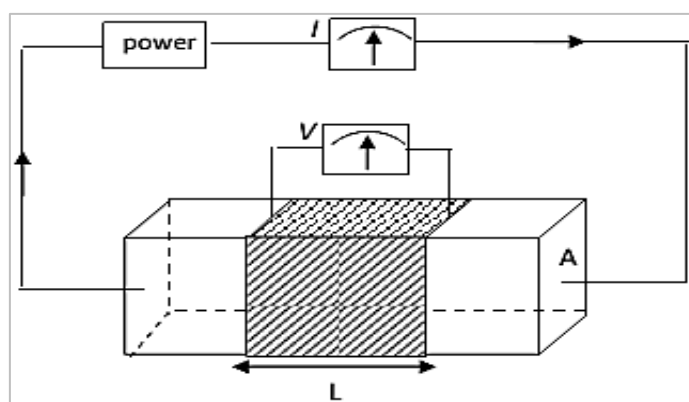
$$\rho = R \frac{A}{L} \dots\dots\dots (1)$$

Menurut hukum Ohm bahwa hambatan R medium secara matematis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$R = \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (2)$$

Mengikuti beda potensial antara tepi medium ΔV dan arus yang diinjeksikan I, maka resistivitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$\rho = \frac{\Delta V}{I} \cdot \frac{A}{L} \dots\dots\dots (3)$$



Gambar 1. Contoh medium yang dilalui arus I, panjang L dan luas penampang A

Persamaan 3 berlaku untuk media homogen, sehingga hasil yang diperoleh adalah resistivitas sejati. Namun dalam prakteknya, benda yang diukur adalah bumi atau tanah yang tidak homogen karena jenis resistor yang berbeda, sehingga resistivitas yang diukur adalah

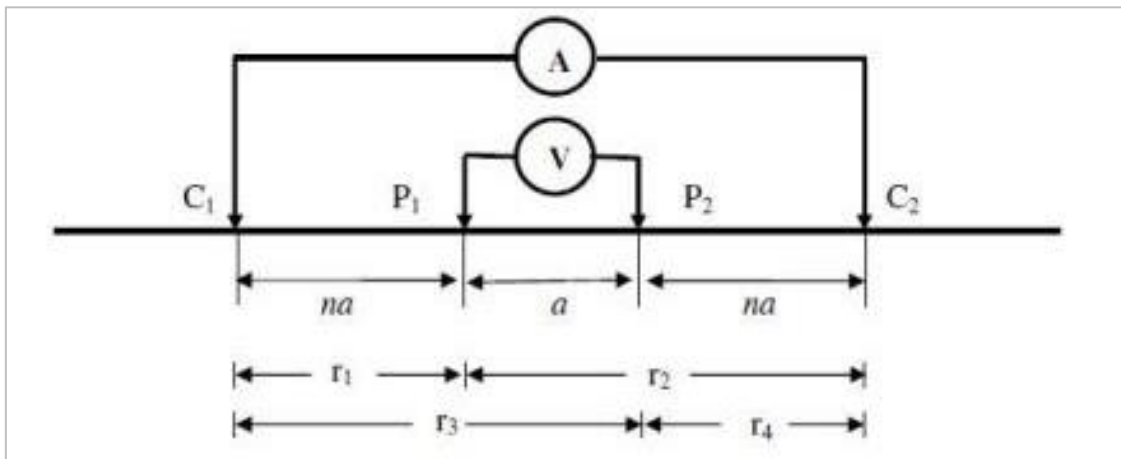
resistivitas semu. Nilai resistivitas semu tergantung pada resistivitas lapisan pembentuk formasi dan konfigurasi elektroda yang digunakan (Sadjab, dkk., 2012). Resistivitas semu ρ_a dirumuskan dengan persamaan 4.

$$\rho_a = K \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana K adalah faktor geometris.

2.2. Konfigurasi Wenner-Schlumberger

Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah konfigurasi dengan sistem aturan spasi yang konstan dengan catatan faktor “n” untuk konfigurasi ini adalah perbandingan jarak antara elektroda C1-P1 (atau C2-P2) dengan spasi antara P1-P2 seperti pada Gambar 2 (Raharjo & Sehad, 2018). Jika jarak antar elektroda potensial (P1 dan P2) adalah a maka jarak antar elektroda arus (C1 dan C2) adalah $2na + a$. Proses penentuan resistivitas menggunakan 4 buah elektroda yang diletakkan dalam sebuah garis lurus, ditunjukkan pada gambar 2 (Zubaidah, dkk., 2008).



Gambar 2. Pengaturan posisi elektroda konfigurasi *Wenner-Schlumberger*

Variabel n kelipatan untuk menunjukkan lapisan lapisan yang diamati. Faktor geometri Wenner-Schlumberger dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 5.

$$K = \pi(n+1)a \dots\dots\dots (5)$$

Dimana adalah jarak antara elektroda P1 dan P2, n adalah perbandingan jarak elektroda C1-P1 dan P1-P2 (misalnya 4a, maka n = 4) sehingga nilai resistivitas semua yang diperoleh dari hasil pengukuran adalah sama ke persamaan 6.

$$\rho_a = \pi(n+1)a \frac{\Delta V}{I} \dots\dots\dots (6)$$

Untuk nilai resistivitas perlapisan batuan dan mineral dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai resistivitas perlapisan batuan dan mineral (Telford, dkk., 2004)

Material Resistivity	Resistivitas (Ωm)
Bismut (Bismuthinite)	18 – 570
Covellite	$3 \times 10^{-7} - 8 \times 10^{-5}$
Kalkopirit (Chalcopyrite)	$1,2 \times 10^{-5} - 0,3$

Material Resistivity	Resistivitas (Ωm)
Kalkosit (Chalcocite)	$3 \times 10^{-5} - 0,6$
Bornit (Bornite)	$2,5 \times 10^{-5} - 0,5$
Pirit (Pyrite)	$2,9 \times 10^{-5} - 1,5$
Pirhotit (Pyrrhotite)	$6,5 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-2}$
Molibdenit (Molybdenite)	$10^{-3} - 10^6$
Galena	$3 \times 10^{-5} - 3 \times 10^2$
Stanite	$10^{-3} - 10^6$
Stibnit (Stibnite)	$10^5 - 10^{12}$
Sfalerit (Sphalerite)	$1,5 - 10^7$
Kobal (Cobaltite)	$3,5 \times 10^{-4} - 10^{-1}$
Arsenopirit (Arsenopyrite)	$2 \times 10^{-4} - 10^{-1}$
Niccolite	$10^{-7} - 2 \times 10^{-3}$
Bauksit (Bauxite)	$2 \times 10^2 - 6 \times 10^{-3}$
Cuprite	$10^{-3} - 300$
Kromit (Chromite)	$1 - 10^{-6}$
Bijih Besi (Hematite)	$3,5 \times 10^{-3} - 10^7$
Limonit (Limonite)	$10^3 - 10^7$
Magnetit	$5 \times 10^{-5} - 5,7 \times 10^3$
Ilmenit	$10^{-3} - 50$
Wolframit	$10 - 10^5$
Pyrolusit	$5 \times 10^{-3} - 10$
Quartz	$4 \times 10^{10} - 2 \times 10^{14}$
Cassitit	$4 \times 10^{-4} - 10^4$
Rutil (Rutile)	$300 - 1000$
Uraninit (Uraninite)	$1 - 200$
Garam kasar (Rock salt)	$30 - 10^{13}$
Silvit (Sylvite)	$10^{11} - 10^{12}$
Berlian (Diamond)	$10 - 10^{14}$
Serpentine	$2 \times 10^2 - 3 \times 10^3$
Hornblede	$2 \times 10^2 - 10^6$
Mika (Mica)	$9 \times 10^2 - 10^{14}$
Biotit (Biotite)	$2 \times 10^2 - 10^6$
Batu bara bitum (Bitum coal)	$0,6 \times 10^5$
Antrasit (Anthracite)	$9 - 200$
Batu bara muda (Lignite)	$30 - 10^3$
Air tanah	$0,5 - 300$
Pasir	$1 - 10^3$
Batu pasir	$1 - 6,4 \times 10^8$
Tufa	$20 - 100$
Pasir besi	$0,13 - 2,87$
Breksi	$75 - 200$

2.3. X-Ray Fluorescence

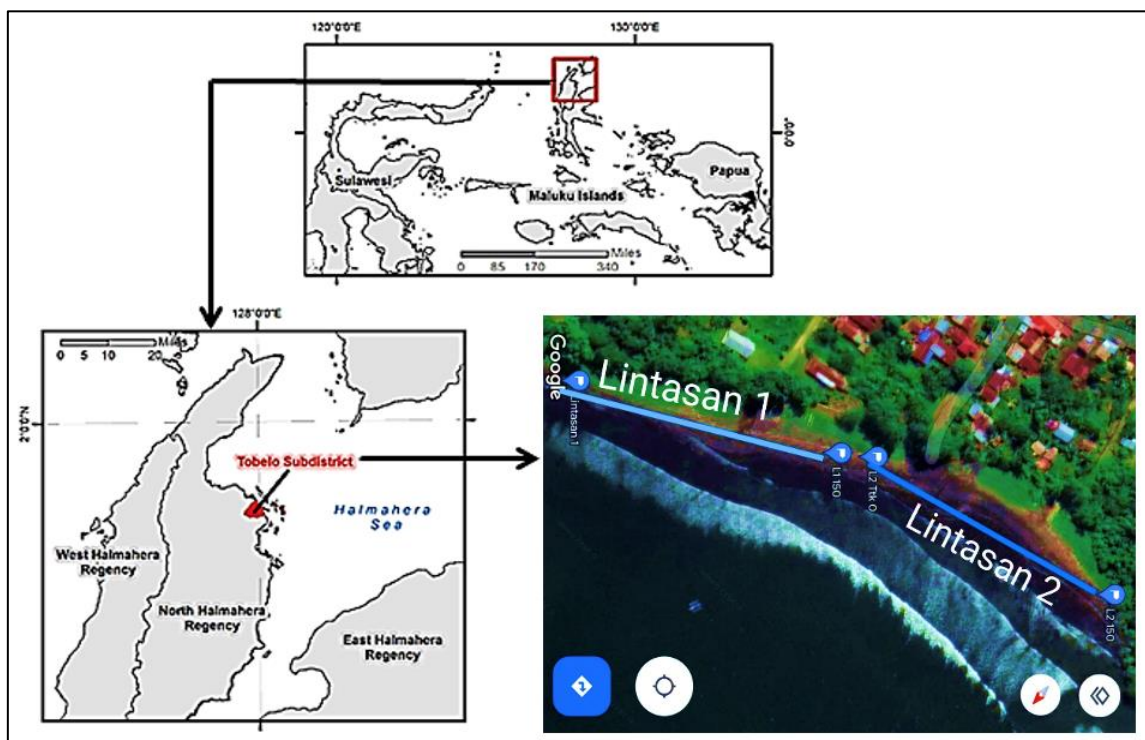
X-Ray Fluorescence (XRF) merupakan alat yang digunakan untuk menganalisa komposisi kandungan mineral yang terkandung dalam suatu sampel. XRF mempunyai beberapa keuntungan diantaranya multielemental atau dapat mendeteksi berbagai macam material, analisis cepat dan hasilnya bersifat analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Analisis kualitatif menginformasikan jenis unsur yang terkandung dalam sampel yang dianalisa yang ditujukan karena adanya spektrum unsur pada sinar-x karakteristiknya, sedangkan analisis

kuantitatif menginformasikan jumlah unsur yang terkandung dalam sampel yang ditujukan oleh ketinggian puncak spektrum.

Prinsip kerja alat XRF yaitu sebagai berikut: sinar-x fluoresensi yang dipancarkan oleh sampel dihasilkan dari penyinaran sampel dengan sinar-x primer dari tabung sinar-x, yang dibangkitkan dengan energi listrik dari sumber tegangan sebesar 1200 volt. Bila radiasi dari tabung sinar-x mengenai suatu sampel maka elektron dalam sampel tersebut akan tereksitasi ke tingkat energi yang lebih rendah, sambil memancarkan sinar-x karakterisasi. Sinar-x karakterisasi ini ditangkap oleh detektor diubah ke dalam sinyal tegangan, diperkuat oleh preamp dan dimasukkan ke analyzer untuk diolah datanya (Jamaluddin & Umar, 2018).

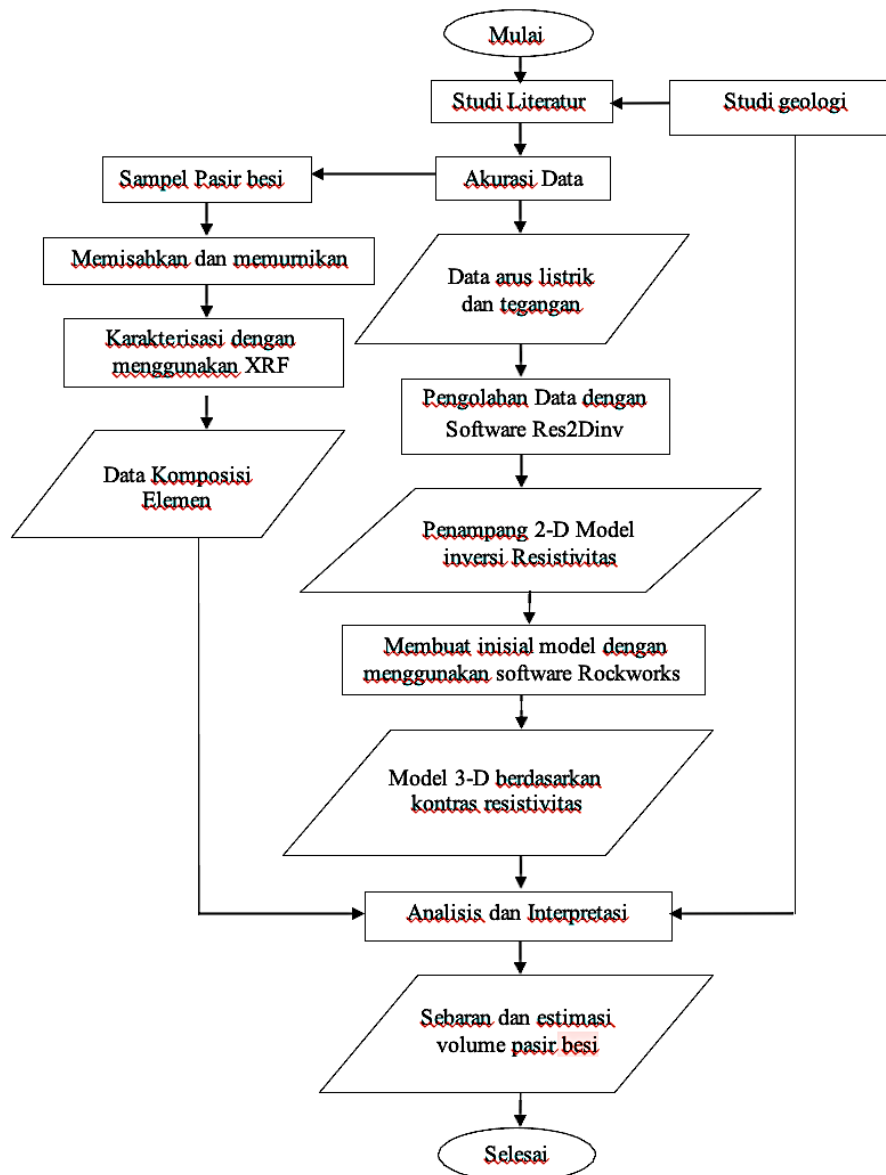
2.4. Teknik Pengambilan Data

Penelitian dilakukan dengan observasi langsung dan pengukuran di lapangan. Lokasi penelitian berada kurang lebih 100 meter dari perumahan penduduk Desa Tolonuo Selatan Kecamatan Tobelo, Kabupaten Halmahera Utara. Penelitian dilakukan pada 3 titik pengukuran dengan panjang lintasan masing-masing 100 meter dan 150 meter. Pengukuran di titik 1 panjang lintasan 150 meter, arah bentangan utara ke selatan, pemukiman warga, titik 2 daerah perkebunan warga, dan titik 3 arah bentangan dari timur ke barat yaitu dari daerah perkebunan sampai pada pemukiman warga dapat dilihat pada Gambar 3 jarak dari titik 1 sampai titik 2 adalah 100 meter dan lintasan 3 secara kross atau perpotongan antara lintasan 1 dan lintasan 2. Kondisi daerah penelitian untuk titik 1, 2, dan 3 relatif datar meliputi perkebunan warga sampai pada pemukiman warga, dengan cuaca pada saat pengukuran cerah.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian dan desain survei penelitian

Proses penelitian dimulai dari persiapan, studi literatur, akuisisi data, pengolahan menggunakan perangkat lunak dan analisis dan interpretasi. Secara grafis, prosedur penelitian dapat ditampilkan pada Gambar 4.



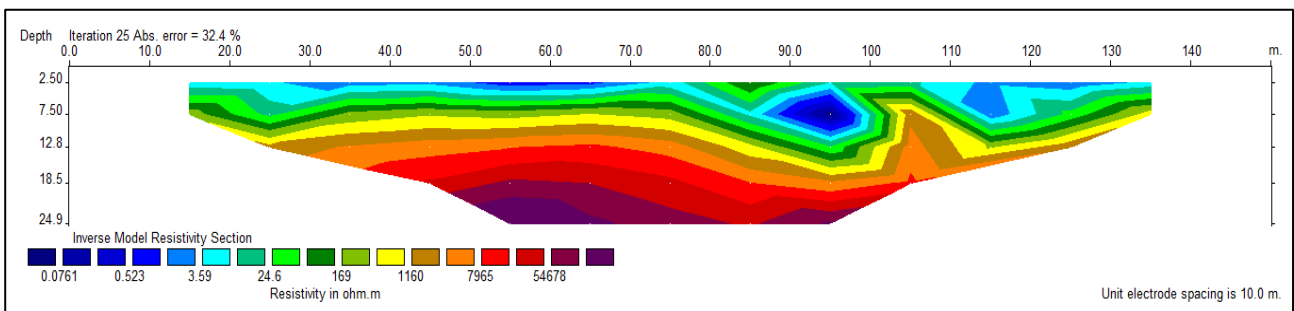
Gambar 4. Diagram alir penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Data Geolistrik

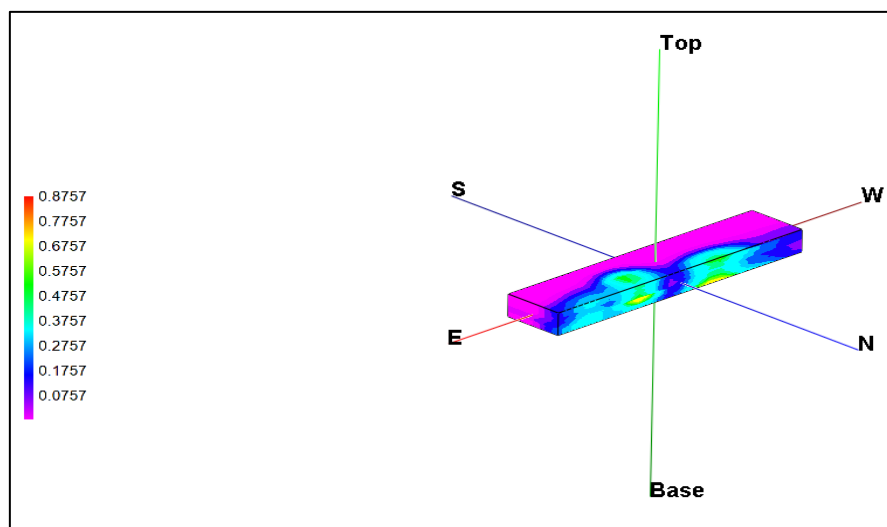
Berdasarkan data dan hasil penelitian yang diperoleh di lapangan adalah berupa data arus listrik (I), data beda potensial (V), dan data resistivitas (ρ), data titik datum, banyaknya spasi, dan jumlah lapisan. Selanjutnya, data yang diperoleh di lapangan, kemudian diolah dengan menggunakan software. Software yang digunakan adalah *software Res2dinv* dan *Software Rockwork* terhadap ke dua lintasan yang sejajar di pantai Desa Paca. Hasil pengolahan *software Res2dinv* berupa inversi 2-D dan *software RockWorks* berupa inversi 3-D. Kemudian hasil dari inversi *Res2dinv* disimpan dalam bentuk format (.xyz), dan data dengan format (.xyz) terdiri dari akumulasi jarak elektroda, nilai resistivitas sebenarnya atau true resistivity, kedalaman penetrasi arus, dan konduktivitas bawah permukaan berdasarkan hasil pengukuran. Interpretasi berdasarkan hasil pengolahan data (Tjinta, 2023).

Pada Lintasan 1 inversi data *resistivity* dalam bentuk penampang 2-D. Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* mampu mengukur struktur bawah permukaan hingga 13 meter (Gambar 5). Pada kedalaman 2,50 – 9 meter dari permukaan titik datum 15 – 95 meter memiliki nilai resistivitas 0,0761 – 3,59 Ωm yang kemudian didominasi oleh citra warna biru tua dan biru muda yang diasumsikan sebagai pasir besi, sedangkan nilai resistivitas 24,6 – 1160 Ωm didominasi oleh citra warna hijau dan kuning yang diasumsikan sebagai pasir. Selanjutnya, pada bawah permukaan memiliki nilai resistivitas 7965 Ωm didominasi citra warna merah yang diasumsikan sebagai batu pasir yang berada pada kedalaman 18,5 – 24,9 meter. Berdasarkan hasil pengolahan *Software Res2dinv* dapat diinterpretasikan pada bawah permukaan di pantai desa Paca terdapat material pasir besi, pasir, dan batu pasir.



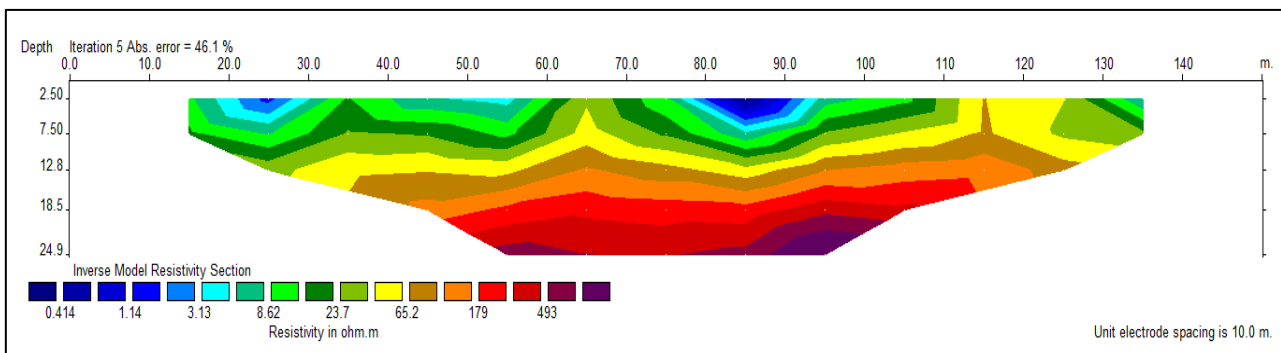
Gambar 5. Penampang 2-D lintasan 1 kontras resistivitas batuan bawah permukaan

Setelah melakukan pengolahan data pada *res2dinv* terlihat bahwa sebaran endapan pasir besi pada lintasan 1 tersebar di sepanjang lintasan penelitian membentuk spot-spot endapan. Yang dapat dilihat pada data hasil pengolahan tersebut dalam bentuk format (.xyz) kemudian diolah kembali menggunakan *software RockWorks* 15 yang menghasilkan penampang pseudo 3-D untuk mengetahui volume sebaran pasir yang ada di pantai Desa Paca (Gambar 6), sehingga dapat terlihat bahwa adanya sinkronisasi sebaran endapan pasir besi hasil pengolahan dengan *RockWorks* dan hasil yang di tunjukkan oleh hasil pengolahan *Res2dinv*. Berdasarkan perhitungan volume dengan batasan nilai resistivitas antara 0 – 4 Ωm volume pasir besi pada lintasan 1 adalah sejumlah 13.304 m^3 yang menyebar di permukaan pantai Desa Paca.



Gambar 6. Penampang 3-D volume pasir besi lintasan 1

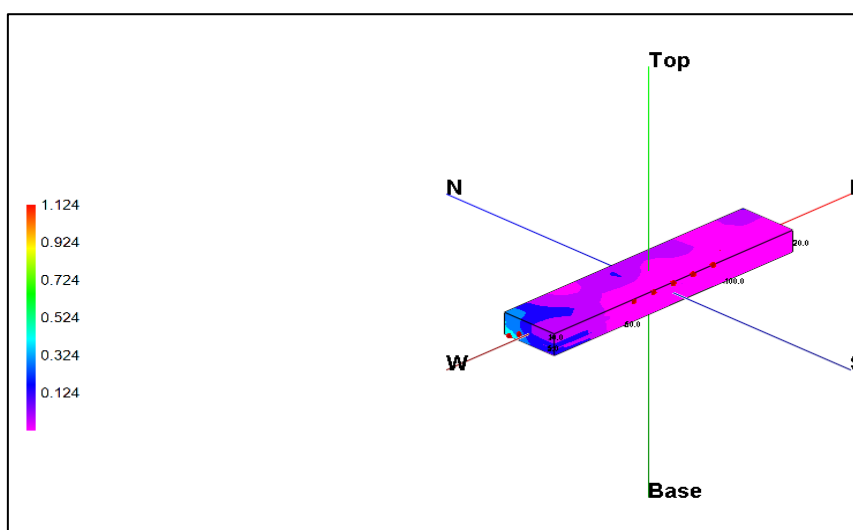
Sementara itu, pada pengambilan data lintasan 2 (Gambar 7) data *resistivity meter* dalam bentuk penampang 2-D konfigurasi *Wenner-Schumberger* pengukurannya dilakukan sama seperti yang dilakukan pada lintasan 1. Pada lintasan 2 konfigurasi *Wenner-Schumberger* mampu mengukur pada kedalaman 20 meter struktur batuan di bawah permukaan. Pada kedalaman 2,50 – 7 meter dari permukaan titik datum 19 – 93 meter dengan nilai resistivitas 0,414 – 3,13 Ωm yang didominasi oleh citra warna biru dan biru muda, yang kemudian diasumsikan sebagai pasir besi, dan pada kedalaman 7,50 – 13,5 meter dari permukaan titik datum 15 – 135 m yang memiliki nilai resistivitas 8,62 – 65,2 Ωm yang didominasi oleh citra warna hijau dan warna kuning yang kemudian diasumsikan sebagai pasir, sedangkan nilai resistivitas 179 – 493 Ωm diasumsikan sebagai pasir yang didominasi oleh citra warna merah dan diasumsikan sebagai batu pasir.



Gambar 7. Penampang 2-D resistivitas batuan bawah permukaan lintasan 2

Dari data hasil pengolahan *software res2dinv*, kemudian hasil di olah dalam bentuk format (xyz) kemudian di olah kembali dengan menggunakan *software rockworks 15* untuk mengetahui volume sebaran pasir besi di pantai Desa Paca yang sesuai dengan hasil penampang pseudo 3-D (Gambar 8). Berdasarkan hasil pengolahan data *res2dinv* pada lintasan 2 terlihat bahwa sebaran endapan pasir besi tersebar di sepanjang lintasan penelitian yang membentuk spot-spot endapan pasir.

Berdasarkan pada perhitungan volume pasir besi di pantai desa Paca dengan batasan nilai resistivitas antara 0 – 4 Ωm volume pasir besi pada lintasan 2 adalah sejumlah 12.883 m^3 yang tersebar sepanjang lintasan 2 di permukaan pantai Desa Paca.



Gambar 8. Penampang 3-D lintasan 2 volume pasir besi lintasan 2

3.2. Hasil Pengujian Data XRF Pantai Paca

Pengambilan sampel pasir besi dilakukan pada 3 titik untuk setiap lintasan yaitu dengan jarak masing-masing titik 10, 100, dan 150 meter. Kemudian dilakukan hal yang sama pada lintasan berikutnya (Palkrisman & Budiman, 2014). Dengan hasil pengujian data XRF dengan tujuan untuk mengetahui komposisi Fe_2O_3 pada pasir pantai Paca disajikan pada Tabel 2 di bawah ini. Dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa komposisi Fe_2O_3 atau pasir besi pada lintasan 1 adalah sebesar 36,704% dan lintasan 2 sebesar 35,500% , selain pasir besi terdapat juga beberapa senyawa pada pasir pantai Paca seperti silikon dioksida (SiO_2) pada lintasan 1 sebesar 29,288% lintasan 2 sebesar 31,336% , aluminium oksida (Al_2O_3) lintasan 1 sebesar 24,021% lintasan 2 sebesar 23,742%, titanium oksida (TiO_2) lintasan 1 sebesar 4,255% lintasan 2 sebesar 4,164%, kapur tohor (CaO) lintasan 1 sebesar 3,903% lintasan 2 sebesar 3,680% , kalium oksida (K_2O) lintasan 1 sebesar 0,691% lintasan 2 sebesar 0,696% , vanadium pentaoksida (V_2O_5) lintasan 1 sebesar 0,495% lintasan 2 sebesar 0,488%, mangan oksida (MnO) lintasan 1 sebesar 0,305% lintasan 2 sebesar 0,289%, ruthenium oksida (RuO_2) lintasan 1 sebesar 0,175% lintasan 2 sebesar 0,168%, kromium oksida (Cr_2O_3) lintasan 1 sebesar 0,085% lintasan 2 sebesar 0,085%, seng oksida (ZnO) lintasan 1 sebesar 0,035% lintasan 2 sebesar 0,030%, stronsium oksida (SrO) lintasan 1 sebesar 0,024% lintasan 2 sebesar 0,022%, tembaga oksida (CuO) lintasan 1 sebesar 0,019% dan pada lintasan 2 tidak terdapat senyawa CuO . Umumnya pasir besi memiliki komposisi utama besi oksidasi (Fe_2O_3), silikon oksidasi (SiO_2) dan senyawa-senyawa lain dengan kadar yang lebih rendah.

Tabel 2. Hasil pengujian XRF pantai Desa Paca

No.	Kode Sampel	Senyawa	Kuantitatif (%)
1.	Desa Paca - Lintasan 1	Fe_2O_3	36,704
		SiO_2	29,288
		Al_2O_3	24,021
		TiO_2	4,255
		CaO	3,903
		K_2O	0,691
		V_2O_5	0,495
		MnO	0,305
		RuO_2	0,175
		Cr_2O_3	0,085
		ZnO	0,035
		SrO	0,024
		CuO	0,019
2.	Desa Paca - Lintasan 2	Fe_2O_3	35,500
		SiO_2	31,336
		Al_2O_3	23,742
		TiO_2	4,164
		CaO	3,680
		K_2O	0,696
		V_2O_5	0,488

No.	Kode Sampel	Senyawa	Kuantitatif (%)
		MnO	0,289
		RuO ₂	0,168
		Cr ₂ O ₃	0,085
		ZnO	0,030
		SrO	0,022

Pasir besi memiliki beberapa komposisi penyusun didalamnya yang sangat beragam, di karenakan sumber-sumber lokal serta kondisi keberadaan pasir. Tempat keberadaan pasir besi yang merupakan agregat alami yang terdapat di alam merupakan hasil dari proses pelapukan beberapa batuan seperti batuan andesit dan batuan basaltik. Senyawa kimia atau mineral-mineral yang ikut terkandung dalam pasir besi merupakan senyawa pengotor yang terbawa selama proses pengendapan, efek kilap yang dimiliki oleh pasir besi disebabkan oleh kandungan mineral titanium. Pasir besi yang berwarna hitam dan mengkilap mengindikasikan bahwa oksida besi yang terkandung pada material magnetik didominasi oleh oksida besi magnetit (Ningsih, 2019). Pasir besi (Fe₃O₄), berukuran nano memiliki sifat ferimagnetik memiliki peluang aplikasi yang luas. Nanopartikel magnetik yaitu material yang memiliki ukuran lebih kecil dari 100 nm, sehingga nanopartikel memiliki sifat fisik, kimia, mekanik, magnetik dan optik yang unik dan tidak dimiliki oleh material lain karena nano partikel itu hanya terdapat ukuran pasir besi. Manfaat dari senyawa yang terdapat dalam pasir besi yaitu dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan bahan material.

Pada penelitian terjadi perbedaan pada lintasan 1 dan lintasan 2 karena pengukuran resistivitas dilakukan terhadap permukaan bumi yang dianggap sebagai suatu medium yang homogen isotropis. Pada kenyataannya, bumi tersusun atas komposisi batuan yang bersifat heterogen, baik ke arah vertikal maupun horizontal. Akibatnya, objek batuan yang tidak homogen dan beragam akan memberikan harga resistivitas yang beragam pula. Sehingga resistivitas yang diukur adalah resistivitas semu. Harga tahanan jenis semu ini tergantung pada tahanan jenis lapisan-lapisan pembentuk formasi dan konfigurasi elektroda yang digunakan. (Hurriyah & Jannah, 2015). Perbedaan volume pasir besi pada lintasan 1 dan lintasan 2 dikarenakan oleh proses endapan pasir besi pada lintasan 1 lebih tinggi dari pada lintasan 2 sehingga volume pasir besi pada lintasan 1 lebih tinggi di bandingkan pada lintasan 2 (Sadjab, 2012).

Kesimpulan

Pada lintasan 1 di kedalaman 2,50 – 9 meter dari permukaan titik datum 15 – 95 meter memiliki nilai resistivitas 0,0761 – 3,59 Ω m yang kemudian didominasi oleh citra warna biru tua dan biru muda yang diasumsikan sebagai pasir besi, sedangkan nilai resistivitas 24,6 – 1160 Ω m didominasi oleh citra warna hijau dan kuning yang diasumsikan sebagai pasir. Selanjutnya, pada lintasan 2 di kedalaman 2,50 – 7 meter dari permukaan titik datum 19 – 93 meter dengan nilai resistivitas 0,414 – 3,13 Ω m yang didominasi oleh citra warna biru dan biru muda, yang kemudian diasumsikan sebagai pasir besi, dan pada kedalaman 7,50 – 13,5 meter dari permukaan titik datum 15 – 135 m yang memiliki nilai resistivitas 8,62 – 65,2 Ω m yang didominasi oleh citra warna hijau dan warna kuning yang kemudian diasumsikan sebagai pasir.

Berdasarkan perhitungan volume dengan batasan nilai resistivitas antara 0 – 4 Ωm , volume pasir besi pada lintasan 1 adalah sejumlah 13,304 m^3 yang menyebar di permukaan pantai Desa Paca bagian selatan. Sementara itu pada lintasan 2, batasan nilai resistivitas antara 0 – 10 Ωm volume pasir besi pada lintasan 2 adalah sejumlah 12,883 m^3 yang tersebar sepanjang lintasan 2 di permukaan pantai Desa Paca bagian Selatan. Sebaran pasir besi di pantai desa Paca adalah dari Selatan ke Utara. Hasil pengujian XRF dapat dilihat bahwa komposisi Fe_2O_3 atau pasir besi pada lintasan 1 adalah sebesar 36,704% dan lintasan 2 sebesar 35,500%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Halmahera Utara, atas peminjaman alat Geolistrik kepada mahasiswa guna pengambilan data resistivitas bawah permukaan untuk menentukan sebaran dan volume pasir besi.

Daftar Pustaka

- Aizebeokhai, A. P., & Oyeyemi, K. D. (2015). Application of geoelectrical resistivity imaging and VLF-EM for subsurface characterization in a sedimentary terrain, Southwestern Nigeria. *Arabian Journal of Geosciences*, 8(6), 4083–4099. <https://doi.org/10.1007/s12517-014-1482-z>.
- Cescon, A., & Jiang, J. Q. (2020). Filtration process and alternative filter media material in water treatment. *Water (Switzerland)*, 12(12), 1–20. <https://doi.org/10.3390/w12123377>.
- Jamaluddin & Umar, E. P. (2018). Identification of subsurface layer with Wenner-Schlumberger arrays configuration geoelectrical method. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 118(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012006>.
- Jamaluddin & Umar, E. P. (2018). *Identifikasi Kandungan Unsur Logam Batuan Menggunakan Metode XRF (X-Ray Fluorescence)*. Buton.
- Ningsih, F. (2019). *Analisis Pengaruh Pengerusan Terhadap Resistivitas Dan Kandungan Besi (Fe_3O_4) Pada Pasir Besi Yang Disintesis Di Kabupaten Bima*. Program Studi Tadris Fisika Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan (FTK) Universitas Islam Negeri (UIN) Mataram.
- Pratiwi, E. S., Sartohadi, J., & Wahyudi. (2019). Geoelectrical Prediction for Sliding Plane Layers of Rotational Landslide at the Volcanic Transitional Landscapes in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 286(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/286/1/012028>.
- Sadjab, B. A., Indrayana, I. P. T., Iwamony, S., & Umam, R. (2020). Investigation of The Distribution and Fe Content of Iron Sand at Wari Ino Beach Tobelo Using Resistivity Method with Werner-Schlumberger Configuration. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 9(1), 141–160. <https://doi.org/10.24042/jipfalbiruni.v9i1.5394>.
- Sadjab, B. A., As'ari, & Tanauma, A. (2012). Pemetaan Akuifer Air Tanah Di Sekitar Candi Prambanan Kabupaten Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta Dengan Menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis. *JURNAL MIPA UNSRAT*, 1(1), 37-44.
- Satriani, A., Loperte, A., Imbrenda, V., & Lapenna, V. (2012). Geoelectrical surveys for characterization of the coastal saltwater intrusion in metapontum forest reserve (Southern Italy). *International Journal of Geophysics*, 2012, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2012/238478>.

- Telford, W. M., Geldart, L. P., & Sheriff, R. E. (2004). *Applied Geophysics (Second)*. Press Syndicate of the University of Cambridge.
- Tjinta, Y. G. B., Sadjab, B. A., Kurnia., Janis, H. B., Yusniar, M., Buka, O., Iwamoni, S., & Nur, A. R. (2023). Identification of the Distribution and Volume of Iron Sand in the Gura Beach Area Using the Wenner- Schlumberger Configuration Geoelectric Method. *International Journal of Hydrological and Environmental for Sustainability*, 2(2), 79-87. <https://doi.org/10.58524/ijhes.v2i2.253>.
- Zubaidah, T., Kanata, B. (2008). Pemodelan Fisika Aplikasi Metode Geolistrik Konfigurasi Schlumberger untuk Investigasi keberadaan Air Tanah. *Jurnal Teknik Elektro*, 7(1), 20-24.