

EKSPLORASI PASIR BESI KAWASAN PASIA PANEH NAGARI TIKU SELATAN KECAMATAN TANJUNG MUTIARA SEBAGAI BAHAN BAKU INDUSTRI DI SUMATERA BARAT

Yola Andani^{1,*}, dan Adree Octova¹

¹Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

*yolaandani1@gmail.com

Abstract. Iron sand is generally a beach of iron sand which is widely spread, including along the west coast of Sumatra, the southern coast of Java and Bali, the beaches of Sulawesi, East Nusa Tenggara, Maluku and the north coast of Papua. Iron sand contains magnetic minerals which are materials for building tools in modern life. The great potential in South Nagari Tiku must also be followed by a market that is able to absorb the product. To find out the market potential, it is necessary to analyze the quality of iron sand in both regions. So it can be determined whether the potential in the area can have economic value or not. Nagari Tiku Selatan is located in Tanjung Mutiara District, Agam Regency, West Sumatra Province. Area of Nagari Tiku Selatan: 31.42 KM² or 15.27% of the total area of Tanjung Mutiara District. Nagari Tiku Selatan is the capital of the sub-district, located 20 KM from the district capital and 92 KM from the provincial capital. This study aims to determine the amount of resources (quantity) and quality of iron sand in the area, using a combination of direct exploration and indirect exploration. Based on the results of the study it was found that the resource of iron sand from the area obtained from handbor lithology was 199,680 tons while from geolistrik measurements the volume was 7,987,200 tons. The total area containing iron sand in the survey area is 249,600 m² and the total survey area is 2.3 km². With the specific gravity obtained from physical tests of 3.2. While the quality of iron sand in the area contains between 10-20% Fe₂O₃, while TiO₂ content between 0.6-1.7% is obtained from the analysis of samples tested in the laboratory using the XRF method.

Keywords: Iron Sand, Handbor, Geolistrik, Exploration, Resources

1 Pendahuluan

Pasir besi umumnya merupakan pasir besi pantai yang banyak tersebar antara lain disepanjang pantai barat Sumatera, pantai selatan Jawa dan Bali, pantai-pantai Sulawesi, Nusa Tenggara Timur, Maluku dan pantai utara Papua. Pasir besi mengandung mineral magnetik yang merupakan bahan untuk alat bangunan dalam kehidupan modern. Pasir besi yang telah dipisahkan dari material non magnetik dapat digunakan sebagai bahan dalam pabrik baja, bahan peleburan besi, dan bahan baku pembuatan semen.

Sumatera Barat memiliki bahan magnetik alam yang melimpah berupa pasir besi, namun kekayaan alam tersebut belum dieksploitasi dan dimanfaatkan secara optimal. Salah satu kekayaan pasir besi yang melimpah berada di daerah Pantai Pasia Paneh Nagari Tiku Selatan Kecamatan Tanjung Mutiara Kabupaten Agam.

Data eksplorasi baik terkait kuantitas dan kualitas pasir besi yang ada di daerah tersebut, tidak pernah dimiliki oleh pemerintahan daerah dan masyarakat, sehingga pemerintah daerah dan masyarakat sekitar tidak mengetahui secara pasti potensi pasir besi serta kadar

besi yang terkandung didalam pasir besi yang ada di daerah mereka.

Sebagian lokasi telah dilakukan eksplorasi, bahkan eksploitasi, namun sebagian besar lokasi lainnya belum dilakukan eksplorasi. Sementara beberapa daerah sudah melakukan eksploitasi, tanpa tahapan eksplorasi, sehingga jumlah sumberdaya yang ada tidak terdokumentasi dengan baik.

Dalam mendapatkan data eksplorasi, instrumen yang akan digunakan berupa pengukuran geolistrik serta data dari bor tangan dan sumur uji. Dari data yang terkumpulkan akan menghasilkan perhitungan sumberdaya pasir besi di daerah tersebut sehingga masyarakat mengetahui potensi pasir besi yang ada di daerah mereka.

Potensi yang besar yang ada di Nagari Tiku Selatan juga harus diikuti dengan pasar yang mampu menyerap produk tersebut. Untuk mengetahui potensi pasar, maka perlu dilakukan analisa kualitas dari pasir besi yang ada di kedua daerah tersebut. Sehingga bisa ditentukan apakah potensi yang ada di daerah tersebut bisa memiliki nilai ekonomis atau tidak.

Selandia Baru adalah salah satu Negara di dunia yang membuat baja dari pasir besi. Dibandingkan dengan bijih besi import, pasir titanomagnetit Selandia Baru menyediakan bahan baku yang relatif berkualitas tinggi, mengandung 58-60% besi dari konsentrasi beratnya.

Standar pengolahan produk konsentrat besi yang telah di atur didalam peraturan menteri energi dan sumberdaya mineral tentang batasan minimum pengolahan dan pemurnian komoditas tambang mineral dan logam di dalam negeri pasir besi yang bisa diolah harus memiliki kandungan $Fe \geq 62\%$ dan $TiO_2 \leq 1\%$, dengan pemurnian produk berupa spon, logam, dan logam panduan. Sedangkan untuk komposisi bahan baku semen, pasir besi harus memenuhi standar kualitas pabrik dengan kandungan Fe_2O_3 20% - 35%, TiO_2 1% - 3%, SiO_2 30% - 45%, CaO 7% - 10%, dan H_2O 0% - 1 %.

Untuk mengetahui kandungan kimia pasir besi dilakukan dengan pengambilan sampel pasir besi secara sistematis dan terwakili di beberapa titik. Sampel tersebut dianalisa komposisi kimia dengan metode XRF (X-Ray Fluorescence).

Berdasarkan wawancara dengan salah satu warga sekitar daerah Pasia Paneh Nagari Tiku Selatan mereka pernah melakukan tambang ilegal yang diperuntukan hasilnya ke PT Semen Padang dengan kadar Fe 60%, hanya saja itu tidak berlangsung lama karena tidak adanya keterbukaan hasil yang didapat warga dari penambangan ilegal tersebut. Warga juga meminta keterbukaan data sumberdaya pasir besi yang terkandung di Kecamatan Tanjung Mutiara ini.

Sebelum dilakukannya kegiatan penambangan perlu dilakukannya kegiatan eksplorasi untuk mengetahui pemodelan geologi, indikasi mineralisasi dan penaksiran penilaian ekonomi pasir besi yang ditinjau dari keterdapatn sumberdaya serta penangan

lingkungan dari tahapan yang akan dilakukan pada proses penambangan. Sehingga pemilihan metode eksplorasi yang tepat mampu mengungkap keberadaan pasir besi dibawah permukaan beserta pola penyebarannya.

2 Tinjauan Pustaka

Penelitian ini berlokasi di Kab. Agam dan menggunakan beberapa referensi sebagai pendukung dari penelilitian ini, diantaranya :

2.1 Lokasi Penelitan

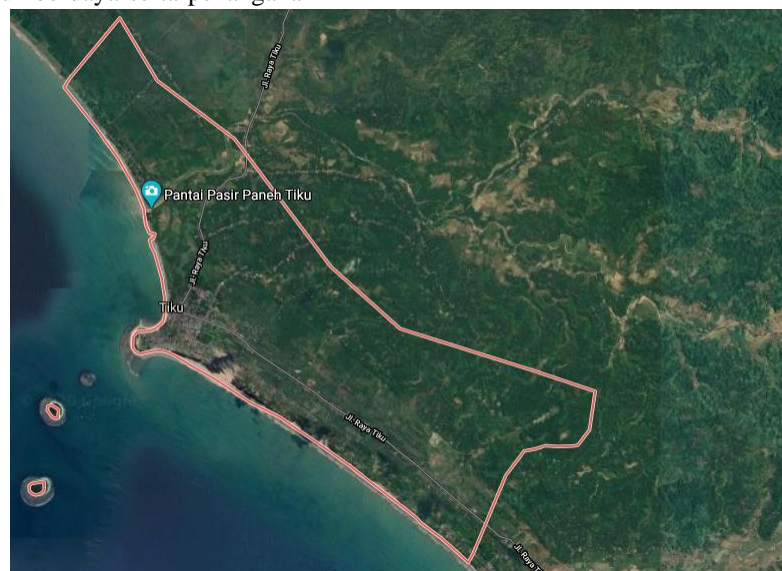
Nagari Tiku Selatan berada di Kecamatan Tanjung Mutiara, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat. Luas Nagari Tiku Selatan: 31,42 KM² atau 15.27% dari luas wilayah Kecamatan Tanjung Mutiara. Nagari Tiku Selatan adalah ibukota kecamatan, berjarak 20 KM dari ibu kota kabupaten dan 92 KM dari ibu kota provinsi.

Secara garis umum, Nagari Tiku Selatan berbatasan dengan:

- Sebelah Utara : Tiku V Jorong
- Sebelah Barat : Lautan Indonesia
- Sebelah Timur : Tiku Utara
- Sebelah Selatan : Kab. Padang Pariaman

Topografi atau bentang lahan Nagari Tiku Selatan terdiri dari daratan 3.000 Ha, perbukitan 568 Ha dan lain-lain.

Pasia Paneh merupakan salah satu jorong yang berada di nagari Tiku Selatan dengan luasan daerah 605 Ha. Dengan letak geografis $0^{\circ}23'01.5''$ LS sampai $0^{\circ}23'47.7''$ LS dan $99^{\circ}54'54.9''$ BT sampai $99^{\circ}55'06.9''$ BT (Gambar 1).

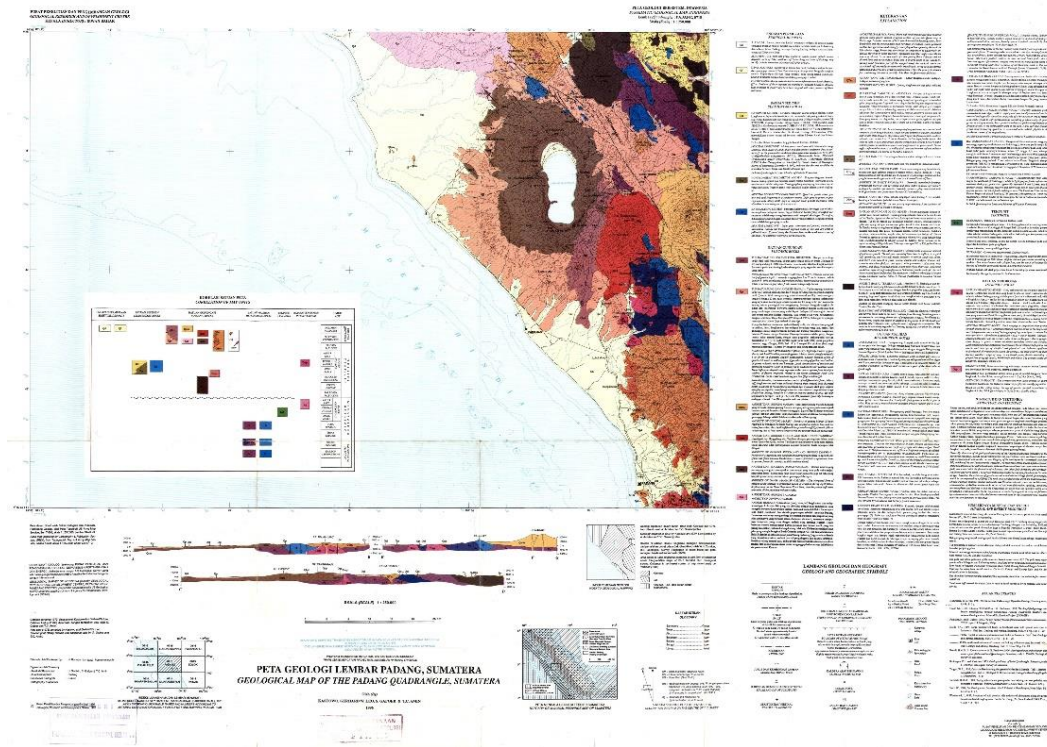


Gambar 1. Lokasi Penelitian

2.2 Geologi Daerah

Formasi batuan yang dijumpai pada daerah Kabupaten Agam dapat digolongkan kepada Pra Tersier, Tersier, dan Kuartar yang terdiri dari batuan endapan permukaan, sedimen, metamorfik, vulkanik dan intrusi.

Batuan vulkanik terdapat di Gunung Merapi, Gunung Singgalang dan Danau Maninjau. Pada (Gambar 2) memperlihatkan peta geologi Padang yang dimana salah satunya memperlihatkan formasi batuan pada daerah Kabupaten Agam.

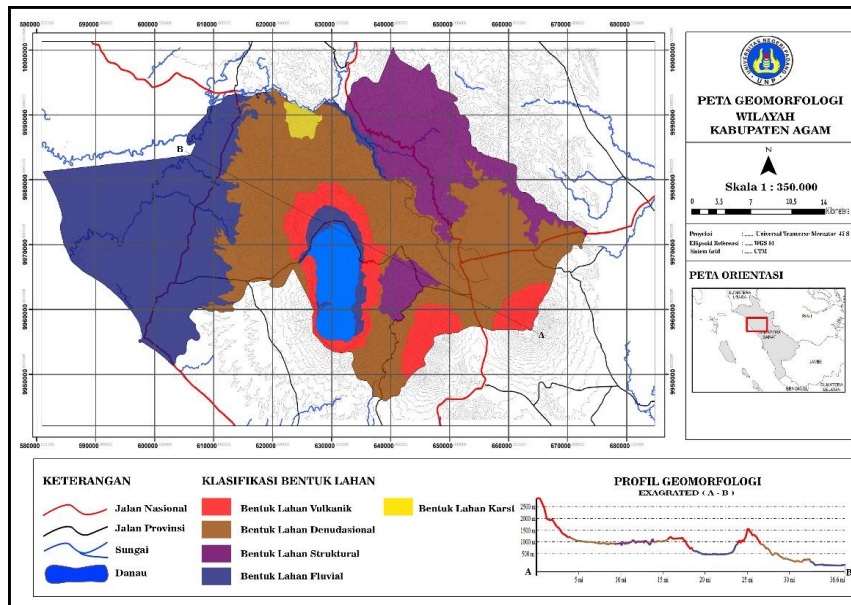


(Sumber: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi)

Gambar 2. Peta Geologi Lembar Padang

Wilayah Kabupaten Agam yang ditutupi oleh jenis batuan beku ekstrusif dengan reaksi intermediet (andesit dari Gunung Merapi, Gunung Singgalang, Gunung Tandikek, Danau Maninjau, dan Gunung Talamau) seluas 68.555,10 ha (32,43%), batuan beku ekstrusif dengan reaksi masam (pumis tuff) seluas 55.867,90 ha (26,43%), batuan sedimen dengan jenis batu kapur seluas 80.011,80 ha (3,79%), endapan alluvium mencapai luas 48.189 ha (22,79%).

Sementara untuk daerah sekitar Maninjau terjadi lekukan besar kawah Maninjau yang saat ini berisi air danau merupakan hasil dari ledakan maha dahsyat dari erupsi gunung api. Gambar 4 menunjukkan Peta Geomorfologi dari Kabupaten Agam, bentuk lahan yang terjadi akibat proses geologi puluhan juta tahun lamanya.



Gambar 3. Peta Geomorfologi Kabupaten Agam

2.3 Pasir Besi

Pasir besi adalah partikel yang mengandung besi (magnetit), terdapat disepanjang pantai, terbentuk karena proses penghancuran batuan asal oleh cuaca dan air permukaan yang kemudian tertransportasi dan diendapkan disepanjang pantai.

2.3.1 Genesa Pasir Besi

Mineral ringan dan mineral berat yang mengandung besi diendapkan dalam bentuk gumpuk-gumpuk pasir sepanjang dataran pantai, antara lain disepanjang pantai Sumatera, pantai selatan Jawa dan Bali, pantai-pantai Sulawesi, Nusa Tenggara Timur, Maluku dan pantai utara Papua. Endapan ini mengandung mineral utama, seperti magnetit ($Fe_3O_4/FeO.Fe_2O_3$) hematit (Fe_2O_3) dan Ilmenit ($FeTiO_3/FeO.TiO$) serta mineral ikutan pirhotit ($FenSn$), pirit (FeS_2), kalkopirit (Cu_3FeS_2), kromit (FeO, Cr_2O_3), almandit [$Fe_3Al_2(SiO_4)_3$], andradite [$Ca_3Fe_2(SiO_4)_3$], SiO_2 bebas, unsur jejak (trace element) lainnya, antara lain: Mn, Mg, Zn, Na, K, Ni, Cu, Pb, As, Sb, W, Sn, V, (Wilfred W.,1939).

Pembentukan endapan pasir besi ditentukan oleh beberapa faktor antara lain batuan asal, proses perombakan, media transportasi, proses serta tempat pengendapannya. Sumber mineral endapan pasir besi pantai sebagian besar berasal dari batuan gunungapi bersifat andesit-basal. Proses perombakan terjadi akibat dari pelapukan batuan karena proses alam akibat panas dan hujan yang membuat butiran mineral terlepas dari batuan.

Media transportasi endapan pasir besi pantai antara lain: aliran sungai, gelombang, dan arus laut. Proses transportasi membawa material lapukan dari batuan asal, menyebabkan mineral-mineral terangkut hingga ke muara, kemudian gelombang dan arus laut mencuci dan

memisahkan mineral-mineral tersebut berdasarkan perbedaan berat jenisnya.

Di daerah pantai mineral-mineral diendapkan kembali oleh gelombang laut yang menghempas ke pantai, akibat hempasan tersebut sebagian besar mineral yang mempunyai berat jenis yang besar akan terendapkan di pantai, sedangkan mineral yang berat jenisnya lebih ringan akan kembali terbawa oleh arus balik kembali ke laut, secara terus menerus hingga terjadi endapan pasir besi dipantai (Gambar 4).



(Sumber: Kementerian ESDM Badan Geologi)

Gambar 4. Proses Pembentukan Pasir Besi

Tempat pengendapan pasir besi umumnya terjadi pada pantai yang landai, sedangkan pada pantai yang curam sulit terjadi proses pengendapan.

2.3.2 Sifat Fisik Pasir Besi

Pasir besi mengandung mineral besi utama yaitu titanomagnetit dengan sedikit magnetit dan hematit yang disertai dengan mineral pengotor seperti kuarsa, piroksen, biotit, dan lain-lain. Pengotor lainnya yang biasa terdapat dalam pasir besi yaitu fosfor dan sulfur.

Pasir besi berwarna abu-abu hingga kehitaman, berbutir sangat halus dengan ukuran antara 75-150 mikron, densitas 2-5 gr/cm³, bobot isi (Specific Gravity, SG) 2,99-4,23 gr/cm³, dan derajat kemagnitan (MD) 6,40-27,16%.

2.4 Eksplorasi Pasir Besi

Eksplorasi pasir besi meliputi urutan kegiatan eksplorasi pasir besi mulai dari kegiatan-kegiatan sebelum pekerjaan lapangan, saat pekerjaan lapangan dan setelah pekerjaan lapangan yang dilakukan untuk mengetahui potensi pasir besi.

2.4.1 Eksplorasi Langsung

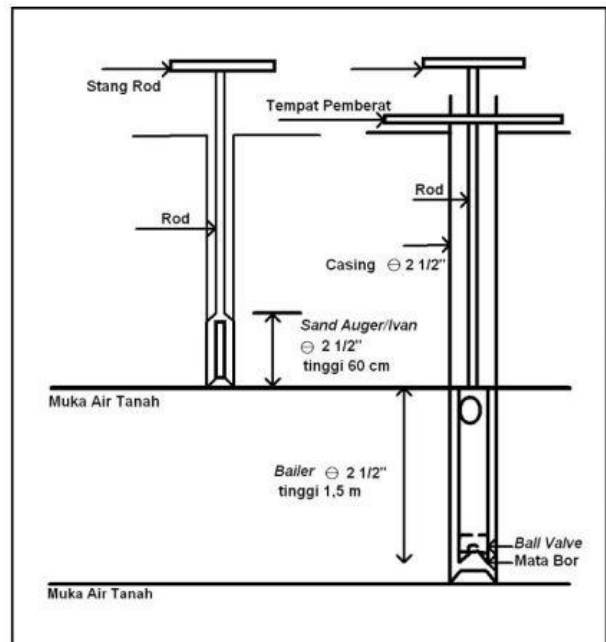
Banyak metode eksplorasi langsung yang dapat digunakan pada proses pencarian bahan galian, dalam penelitian ini, beberapa metode eksplorasi langsung yang digunakan antara lain :

Pemboran

Pada prinsipnya pemboran adalah suatu kegiatan pembuatan lubang berdiameter kecil pada suatu target eksplorasi dengan kedalaman mencakup ratusan meter untuk memperoleh data yang representatif. Dalam melakukan perencanaan pemboran, hal-hal yang perlu diperhatikan dan direncanakan dengan baik adalah kondisi geologi dan topografi, tipe pemboran yang akan digunakan, spasi pemboran, waktu pemboran, dan pelaksana (kontraktor) pemboran. Informasi dari lubang bor dapat diperoleh dari beberapa sumber batuan, inti bor atau sludge, geofisika bawah permukaan dan informasi dari hasil pemboran sebelumnya.

Pemboran ini bermaksud mengambil sampel pasir besi pantai baik yang ada di atas permukaan laut maupun yang berada di bawahnya pekerjaan pemboran pasir besi dilakukan dengan menggunakan bor dangkal bersifat manual (Handbor). (Gambar 5).

\ Pengujian ini merupakan cara kerja membuat lubang pada tanah dengan alat bor tangan dengan ukuran tertentu dan dengan tenaga manusia. Tujuan pengeboran ini adalah untuk mendapatkan atau mendiskripsikan susunan lapisan tanah.



(Sumber: Kementerian ESDM Badan Geologi)

Gambar 5. Sketsa Bor Tangan

Dari pengeboran ini dapat dilakukan pengambilan tanah sebagai bahan untuk penelitian tanah selanjutnya di laboratorium.

Sumur Uji (Test Pit)

Sumur uji merupakan salah satu metode eksplorasi secara langsung yang digunakan untuk pencarian endapan bahan galian atau memastikan kemenerusan dari suatu lapisan secara vertikal. Untuk memperoleh bukti mengenai keberadaan suatu endapan bahan galian di bawah tanah dan mengambil contoh batuan (rock samples)-nya biasanya digali sumur uji (test pit) dengan mempergunakan peralatan sederhana seperti cangkul, linggis, sekop, pengki, dsb.

Bentuk penampang sumur uji paling sering dibuat adalah empat persegi panjang; ukurannya berkisar antara 75 x 100 m sampai 150 x 200 m. Sedangkan kedalamannya tergantung dari kedalaman endapan bahan galiannya atau batuan dasar (bedrock)-nya dan kemantapan (kestabilan) dinding sumur uji. Bila tanpa penyangga kedalaman sumur uji itu berkisar antara 4 - 5 m.

Pada endapan berlapis, pembuatan sumur uji ditujukan untuk mendapatkan kemenerusan lapisan dalam arah kemiringan, variasi litologi atap dan lantai, ketebalan lapisan, dan karakteristik variasi endapan secara vertikal, serta dapat digunakan sebagai lokasi sampling.

Biasanya sumur uji dibuat dengan kedalaman sampai menembus keseluruhan lapisan endapan yang dicari, misalnya batubara dan mineralisasi berupa urat (vein). Pada endapan yang berhubungan dengan pelapukan (lateritik atau residual), pembuatan sumur uji ditujukan untuk mendapatkan batas-batas zona lapisan (zona tanah, zona residual, zona lateritik), ketebalan

masing-masing zona, variasi vertikal masing-masing zona, serta pada deretan sumur uji dapat dilakukan pemodelan bentuk endapan. Pada umumnya, sumur uji dibuat dengan besar lubang bukaan 3-5 m dengan kedalaman bervariasi sesuai dengan tujuan pembuatan sumur uji. Pada endapan lateritik atau residual, kedalaman sumur uji dapat mencapai 30 m atau sampai menembus batuan dasar. Dalam pembuatan sumur uji tersebut perlu diperhatikan adalah :

- a. ketebalan horizon B (zona laterit/residual),
- b. ketinggian muka airtanah,
- c. kemungkinan munculnya gas-gas berbahaya (CO₂, H₂S),
- d. kekuatan dinding lubang, dan
- e. kekerasan batuan dasar riabel yang diteliti adalah perubahan harga batubara dan perubahan harga bahan bakar, dalam hal ini solar industri.

2.4.2 Eksplorasi Tidak Langsung

Sama seperti eksplorasi langsung terdapat beberapa metoda eksplorasi yang biasa digunakan pada eksplorasi tidak langsung ini, pada penelitian ini metoda yang digunakan adalah metoda geolistrik.

Metoda geolistrik adalah salah satu metoda geofisika yang didasarkan pada penerapan konsep kelistrikan pada masalah kebumihannya. Tujuannya adalah untuk memperkirakan sifat kelistrikan medium atau formasi batuan bawah-permukaan terutama kemampuannya untuk menghantarkan atau menghambat listrik (konduktivitas atau resistivitas).

Aliran listrik pada suatu formasi batuan terjadi terutama karena adanya fluida elektrolit pada pori-pori atau rekahan batuan. Oleh karena itu resistivitas suatu formasi batuan bergantung pada porositas batuan serta jenis fluida pengisi pori-pori batuan tsb. Batuan porous yang berisi air atau air asin tentu lebih konduktif (resistivitas-nya rendah) dibanding batuan yang sama yang pori-porinya hanya berisi udara (kosong).

Temperatur tinggi akan lebih menurunkan resistivitas batuan secara keseluruhan karena meningkatnya mobilitas ion-ion penghantar muatan listrik pada fluida yang bersifat elektrolit.

Cara kerja metoda geolistrik secara sederhana dapat dianalogikan dengan rangkaian listrik. Jika arus dari suatu sumber dialirkan ke suatu beban listrik (misalkan kawat seperti terlihat pada gambar) maka besarnya resistansi R dapat diperkirakan berdasarkan besarnya potensial sumber dan besarnya arus yang mengalir.

Dalam hal ini besaran resistansi tidak dapat digunakan untuk memperkirakan jenis material karena masih bergantung ukuran atau geometri-nya. Untuk itu digunakan besaran resistivitas yang merupakan resistansi yang telah dinormalisasi terhadap geometri.

Dalam prakteknya pengukuran geolistrik dilakukan dengan mengalirkan arus ke dalam tanah melalui 2 elektroda (C1 dan C2) dan respons-nya (beda potensial) diukur melalui 2 elektroda yang lain (P1 dan P2).

Berdasarkan konfigurasi elektroda dan respons yang terukur maka sifat kelistrikan medium bawah-permukaan tersebut dapat diperkirakan.

Hasil pengukuran geolistrik tidak dapat digunakan secara pasti untuk menentukan jenis batuan, mengingat banyaknya faktor yang mempengaruhi resistivitas batuan. Namun demikian metoda geolistrik dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan adanya formasi batuan yang mengandung air (akuifer) dalam eksplorasi air tanah, adanya formasi batuan yang berasosiasi dengan zona mineralisasi dalam eksplorasi mineral.

Dalam studi rekayasa dan lingkungan metoda geolistrik juga berperan untuk memperkirakan kebocoran bendungan, dispersi fluida polutan dan sebagainya.

Geolistrik hambatan jenis memanfaatkan sifat resistivitas listrik batuan untuk mendeteksi dan memetakan formasi bawah permukaan. Metode ini dilakukan melalui pengukuran beda potensial yang ditimbulkan akibat injeksi arus listrik ke dalam bumi. Sifat-sifat suatu formasi dapat digambarkan oleh tiga parameter dasar yaitu konduktivitas listrik, permeabilitas magnet, dan permitivitas dielektrik.

Sifat konduktivitas batuan berpori dihasilkan oleh sifat konduktivitas dari fluida yang mengisi pori, interkoneksi ruang pori dan sifat konduktivitas dari interfase butiran dan fluida pori. Berdasarkan pada harga resistivitas listriknya, suatu struktur bawah permukaan bumi dapat diketahui material penyusunnya.

Metode geolistrik cukup sederhana, murah dan sangat rentan terhadap gangguan sehingga cocok digunakan dalam eksplorasi dangkal. Desain sistem monitoring menggunakan resistivitas listrik sangat penting untuk mendeteksi aliran air tanah.

3 Metode

Sugiono (2009), mengatakan bahwa "Penelitian adalah suatu cara dari sekian cara yang pernah ditempuh dilakukan dalam mencari kebenaran". Jika dilihat dari sudut pandang pengukuran dan analisis data penelitian, maka jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian dengan pendekatan secara kuantitatif. Penelitian kuantitatif, yaitu penelitian yang datanya dinyatakan dalam angka dan dianalisis dengan teknik statistik.

Sedangkan, jika dilihat dari sudut pandang tujuan penggunaan hasil penelitian, maka jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian terapan. Sugiono (2009), mengatakan bahwa "Penelitian terapan, yaitu penelitian yang hasilnya dipergunakan untuk keperluan praktis, seperti pembuatan kebijakan, dan lain-lain". Sehingga, jika kedua sudut pandang tersebut

digabungkan, maka dapat disimpulkan bahwa jenis penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian kuantitatif terapan.

3.1 Data

Sumber data yang dipergunakan dalam menyelesaikan penelitian ini, sebagai berikut:

3.1.1 Data Primer

Penelitian ini merupakan penelitian dasar yang bersifat deskriptif. Penelitian ini mendeskripsikan tentang kedalaman keberadaan pasir besi di daerah sekitar pantai Pasia Paneh Tiku Kecamatan Tanjung Mutiara Kabupaten Agam. Data penelitian ini di ambil menggunakan Metode Geolistrik Tahanan Jenis Konfigurasi Wenner- Schlumberger. Data dalam penelitian ini adalah data primer karena data diperoleh ketika melakukan penelitian.

3.1.2 Data Sekunder

Data sekunder sebagai data yang dibutuhkan dalam penelitian ini diperoleh secara kolektif dari internet berupa peta geologi dari situs [inageoportal](#).

3.1.3 Teknik Pengambilan Data

Prosedur penelitian dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

Tahap Persiapan

Tahap Pertama yang dilakukan adalah melakukan kajian kepustakaan mengenai teori-teori yang mendukung penelitian, survei ke lokasi pengambilan data untuk menentukan lintasan pengukuran yang akan dilakukan dan mengetahui struktur geologi daerah pengukuran.

Tahap Perencanaan

Pada tahap ini penulis melakukan pengeboran di beberapa titik sebagai titik ikat untuk merancang desain pengukuran yang akan dilakukan. Pengukuran terdiri dari 4 lintasan. Desain pengukuran yang akan dilaksanakan bentuk dari persegi, dengan Lintasan 1 dari arah Utara ke Selatan adalah 48 m dengan spasi elektroda 1 m. data yang diperoleh pada Lintasan 1 berjumlah 576 data. panjang Lintasan 2 dari arah Timur ke Barat yaitu 48 m dengan spasi elektroda 1 m. Data yang diperoleh pada lintasan 2 yaitu 576 data. Begitu juga dengan Lintasan 3 dan 4 mengikuti dari bentuk Lintasan 1 dan 2.

Tahap Pelaksanaan

Tahap ini penulis melakukan pengukuran atau pengambilan data sesuai dengan rancangan pengukuran yang telah dibuat.

Berikut ini langkah kerja yang akan dilakukan saat pengukuran:

- a. Menentukan titik handbor untuk mendapatkan data lapisan dari permukaan penelitian.

- b. Mengambil sampel pada setiap titik untuk melakukan preparasi sampel.
- c. Menentukan titik-titik pengukuran yang akan dilakukan pada daerah pengukuran.
- d. Tentukan spasi elektroda yang akan dibuat pada lintasan pengukuran.
- e. Mengukur lintasan pengukuran sesuai dengan panjang lintasan dan spasi elektroda yang telah ditentukan.
- f. Menanam elektroda pada setiap spasi elektroda yang telah ditentukan.
- g. Menghubungkan kabel elektroda pada lintasan dan menghubungkan aki dengan alat Geolistrik.
- h. Mengaktifkan alat geolistrik dan memastikan kondisi aki terisi minimal 85%
- i. Mengkalibrasi alat Geolistrik, lalu memilih metoda pengukuran yang tersedia beserta konfigurasinya, dalam hal ini metoda geolistrik resistivitas Mapping dan konfigurasi wenner-schlumberger.
- j. Melakukan pengukuran, data yang diperoleh langsung tersimpan pada alat geolistrik Main Unit.

3.2 Analisis dan Interpretasi Data

Data lubang bor yang didapatkan dari hasil handbor dipergunakan sebagai titik ikat interpretasi data geolistrik pada daerah penelitian dan data lubang bor dipergunakan untuk mengetahui komposisi setiap lapisan dari sampel coring.

Hasil interpretasi data berupa penampang 3D lapisan bawah permukaan bumi berdasarkan variasi nilai resistivity. Penampang model dari 2D nilai resistivity menggambarkan respon mineral lapisan bawah permukaan bumi.

Variasi nilai resistivity dinyatakan dalam bentuk citra warna yang saling berbeda-beda dengan masing kedalaman lapisan tertentu sesuai dengan nilai resistivity.

Nilai resistivity yang diperoleh dari hasil interpretasi selanjutnya dibandingkan dengan nilai variasi resistivitas material bumi (batuan). Kedalaman maksimum yang dicapai dapat dihitung berdasarkan panjang lintasan pengukuran.

Sampel pasir besi dari setiap titik yang diambil dari daerah penelitian akan dilakukan preparasi basah dan preparasi kering untuk dilakukannya analisa kimia menggunakan XRF sebagai hasil kualitas dari pasir besi di daerah penelitian.

4 HASIL DAN PEMBAHASAN

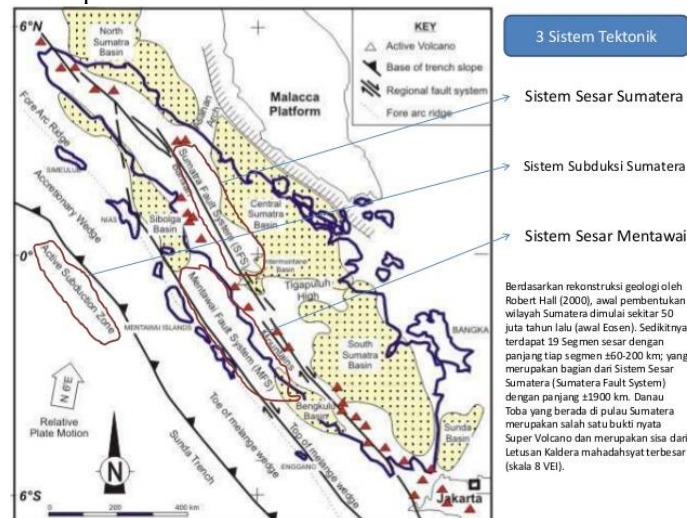
Berdasarkan hasil pengamatan lapangan dan pengambilan data lapangan serta data laboratorium, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

4.1 Genesa Pasir Besi

Pulau Sumatera yang secara fisiografi berarah barat laut merupakan perpanjangan ke selatan dari lempeng Benua Eurasia, tepatnya berada pada batas barat dari

Sundaland. Posisi pulau Sumatera bersebelahan dengan batas antara lempeng Samudera India-Australia dan Sundaland (Gambar).

Subduksi kedua lempeng ditandai oleh sistem pegunungan Sunda (Sunda Arc System) yang aktif dan memanjang dari Burma di utara hingga ke selatan dimana lempeng Australia mengalami tabrakan (collision) dengan bagian timur Indonesia.



(Sumber :The Geology of Indonesia)

Gambar 6. Setting Tektonik Sumatera

Kondisi geologi Sumatera Barat, dapat dilihat pada Gambar memiliki struktur yang arah perlipatan dan struktur sesar dengan arah barat laut-tenggara, yang mengikuti struktur regional. Patahan yang mempengaruhi dari struktur regional Sumatera adalah Patahan Semangko dengan subduksi antara lempeng India-Australia dengan Sundaland membentuk pola konvergen yang miring (oblique) menyudut N 20° E.

Gerakan miring tersebut merupakan resultan dua gaya yaitu pergerakan dan gerakan mendatar, gerakan turun terakomodasi oleh penunjaman lempeng samudera India-Australia dibawah Sundaland. Sedangkan gerakan mendatar terefleksikan pada pola-pola sesar geser yang membentuk rangkaian struktur dextral wrenching di dalam sundaland.

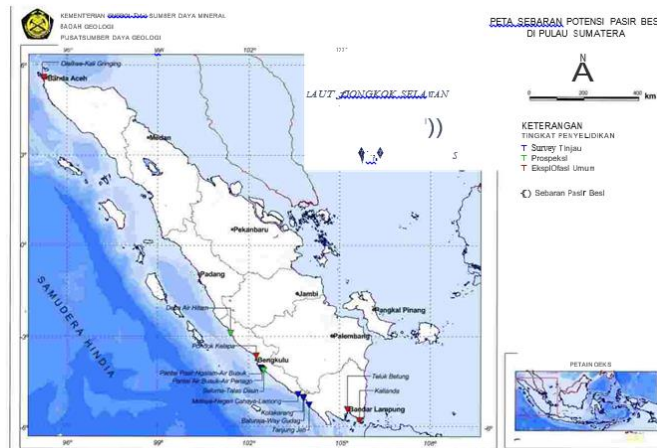
Rangkaian struktur sesar geser tersebut pada akhirnya membentuk sesar geser tersebut pada akhirnya membentuk sesar besar Sumatera yang dikenal dengan nama sesar geser semangko. Pergeseran menghasilkan zona lemah yang memungkinkan menjadi jalan keluarnya magma pada aktivitas vulkanisme yang

menghasilkan jajaran pegunungan barisan (Gambar 6), hal ini berarti bahwa posisi sesar semangko berada tepat pada barisan *Mountain Volcanic- Arc* yang dibuktikan dengan banyak ditemukannya *Wrench Fault* (sesar mendatar) pada jajaran pegunungan tersebut.

Pada daerah back-arc basin dipengaruhi oleh rezim tensional dengan arah gaya tegak lurus terhadap zona subduksi. rezim tensional ini disebabkan oleh adanya aliran panas dibawah permukaan.

Gaya kompresi yang menghasilkan Dextral Wrenching berarah sejajar dengan batas lempeng dan sangat kuat mempengaruhi rezim tensional back-arc basin. Dan menghasilkan struktur-struktur yang berarah sejajar dengan batas lempeng. Struktur geologi yang berkembang di Sumatera bagian barat laut besar daerah ini tersusun oleh batuan tuf, breksi, lava dan produk vulkanik lainnya.

Dapat dilihat pada gambar 7 , menunjukkan bahwa keterdapatan pasir besi pantai banyak terdapat pada bagian barat laut Sumatera.

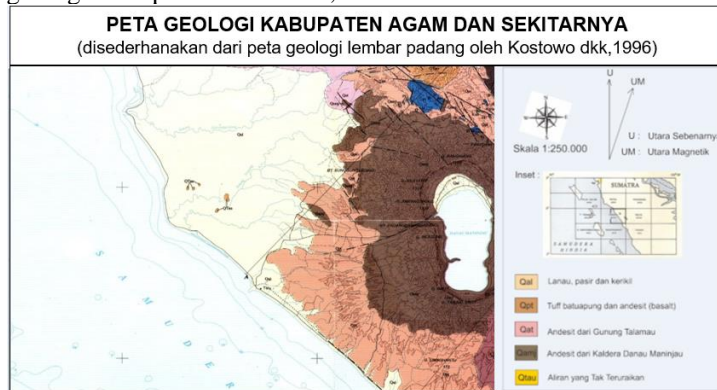


(Sumber : Kementrian ESDM)
Gambar 7. Peta potensi Pasir Besi Sumatera

Pasir besi merupakan sumber mineral endapan yang sebagian besar berasal dari batuan gunung api bersifat andesit-basal. Proses perombakan terjadi akibat dari pelapukan batuan karena proses alam akibat panas dan hujan yang membuat butiran mineral terlepas dari batuan.

Formasi batuan yang dijumpai pada daerah Kabupaten Agam dapat digolongkan kepada Pra Tersier,

Tersier, dan Kuartar yang terdiri dari batuan endapan permukaan, sedimen, metamorfik, vulkanik dan intrusi. Batuan vulkanik terdapat di Gunung Merapi, Gunung Singgalang dan Danau Maninjau. Pada (Gambar 8) memperlihatkan peta geologi Padang yang dimana salah satunya memperlihatkan formasi batuan pada daerah Kabupaten Agam.



Gambar 8. Peta Geologi Kabupaten Agam

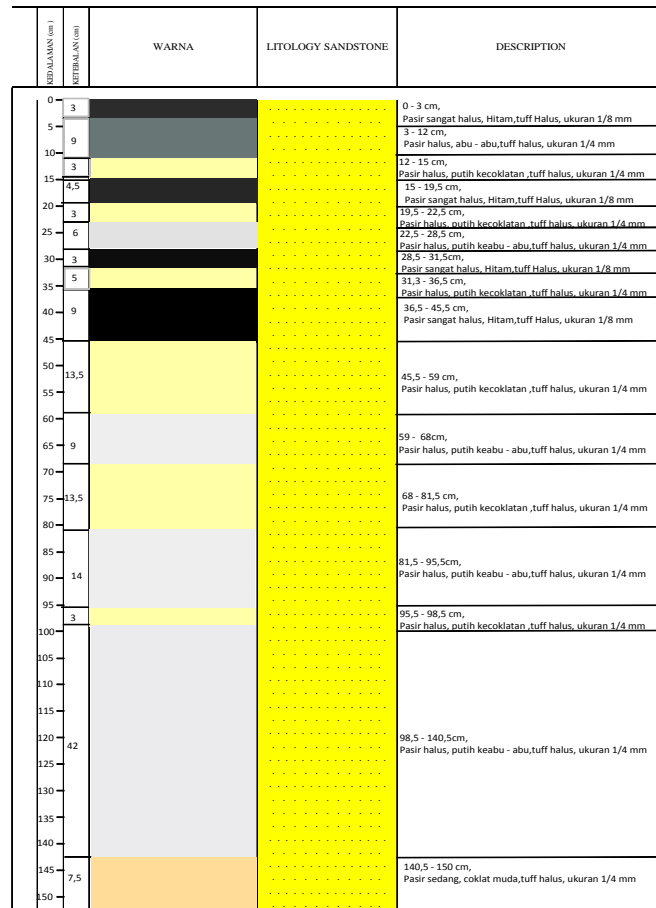
Berdasarkan koordinat lokasi pengambilan data, lokasi ini merupakan endapan (Qal) berupa endapan lanau, pasir dan kerikil yang umumnya terdapat di dataran pantai (Qpt) memiliki kandungan tuff batuapung putih (hampir tidak mengandung mineral-minera mafik), endapan tuff ini berasal dari erupsi terakhir kaldera Maninjau atau erupsi celah yang hubungannya dengan jalur Sesar Besar Sumatera (Westerveld,1953).

Hubungan dilapangan menunjukkan bahwa Qpt terletak di atas Qal. Kumpulan batuan bersusunan andesit-basal terdiri dari aliran-aliran yang tak teruraikan, lahar, konglomerat dan endapan kolovium yang lain, berasal dari gunung api strato yang berbentuk kerucut dan kurang mengalami pengikisan, biasanya berwarna kelabu gelap dengan tekstur halus sampai kasar.

Endapan pasir disepanjang pantai merupakan aliran yang dibawa oleh sungai Batang Masang Kiri yang membawa material pasir kearah muara (hilir). Karena aktifitas ombak dan angin yang mempengaruhi terbentuknya morfologi pantai sehingga endapan pasir menyebar searah dengan bentuk pantai.

4.2 Sumur Uji (Test Pit)

Kegiatan ini dimaksudkan untuk mengambil sampel pasir besi pantai sampai kedalaman yang ditentukan dan untuk mengetahui profil/ penampang tegak perlapisan pasir besi. Pembuatan sumur uji pada umumnya dilakukan pada pasir besi undak tua yang telah mengalami kompaksi



Gambar 9. Hasil Intrepetasi Sumur Uji

Dari gambar 9 dapat dilihat bentuk lapisan dan ketebalan yang didapat dari area penelitian yang dapat digunakan sebagai penunjang titik ikat data eksplorasi tidak langsung. Penelitian ini menggunakan kedalaman 2 meter dari atas permukaan. Dari data sumur uji didapatkan bahwa keterdapatan pasir besi dari 0-45 cm.

4.2 Bor Tangan (*Hand Bor*)

Pemboran ini dimaksudkan untuk mengambil sampel-sampel pasir besi baik yang ada diatas permukaan laut maupun yang berada dibawahnya.

Pekerjaan pemboran pasir besi dilakukan dengan menggunakan bor dangkal atau yang disebut Doormer.

Data handbor pada lokasi penelitian dengan titik koordinat 0°23'0.9" LS 99°54'54.60" BT, 0°23'20.571" LS 99°55'3.069" BT, 0°23'27.6" LS 99°55'4.228" BT, 0°23'33.741" LS 99°55'5.271" BT, 0°23'0.9" LS 99°54'54.60" BT, 0°23'38.685" LS 99°55'6.352" BT, 0°23'46.410" LS 99°55'6.430" BT, 0°23'58.306" LS 99°55'3.958" BT, dengan total 7 titik bor tangan.

Tabel 1. Intrepetasi Bor Tangan

DATA HANDBOR				
No	Titik Koordinat	Kedalaman (cm)	Sifat Fisik	Hasil Deskripsi
		0--10	Berwarna abu-abu kehitaman dan kering	Merupakan pasir halus dengan ukuran 0,125 – 0,25 mm
		11--29	Berwarna abu-abu kecoklatan dan lembab	Merupakan pasir halus dengan ukuran 0,125 – 0,25 mm
		30--139	Berwarna coklat kehitaman dan lembab	Merupakan pasir sedang dengan ukuran 0,25 – 0,5 mm

		140--169	Berwarna hitam dan basah	Merupakan pasir besi dengan ukuran 0,0625 – 0,125 mm
		170--200	Berwarna coklat dan basah	Merupakan pasir sangat halus dengan ukuran 0,0625 – 0,125 mm

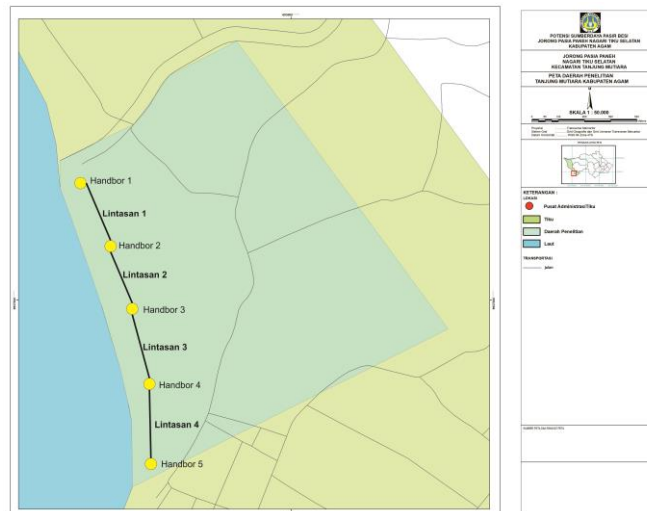
Berdasarkan hasil 7 titik bor tangan didapatkan bahwa pasir besi terdapat pada lapisan puncak yaitu 0-30 cm dan lapisan dasar dari handbor 180-200 cm.

4.2 Geolistrik

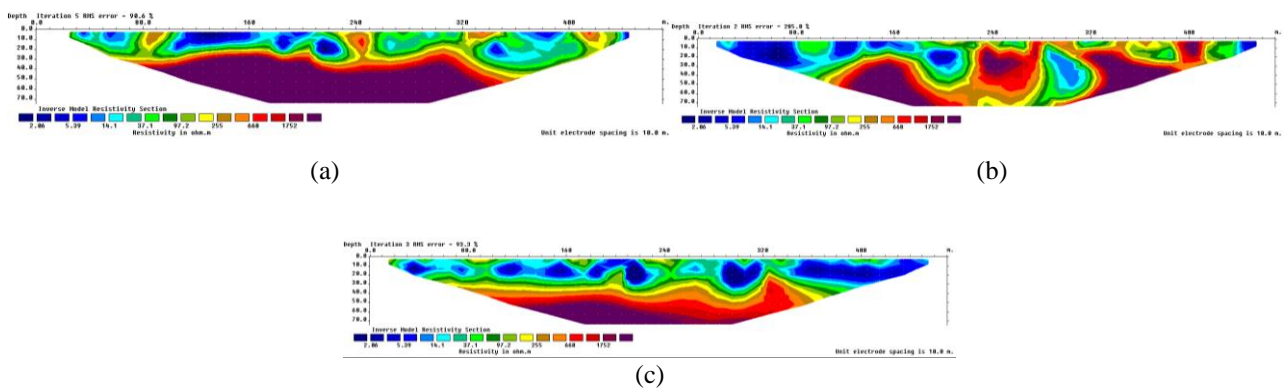
Data yang digunakan dalam studi ini merupakan data geofisika dengan alat geolistrik menggunakan

metoda Wenner- Schlumberger. Lintasan dibuat sepanjang garis pantai yang membentang dari utara ke arah selatan, seperti pada gambar 11.

Hasil intrepretasi dari pembacaan geolistrik dapat dilihat pada gambar 12.



Gambar 11. Peta Lintasan Geolistrik



Gambar 12. Intrepretasi Geolistrik (a) Lintasan 1, (b) Lintasan 2, (c) lintasan 4

Gambar penampang 1 merupakan gambaran penampang resistivitas bawah permukaan pada lintasan pertama dengan jarak antara 0 sampai dengan 480 meter. Pada lintasan pertama ini pasir besi tersebar di sepanjang lintasan dengan kedalaman antara 0-25 meter dan nilai resistivitasnya antara 2.06 – 37.1 Ω m

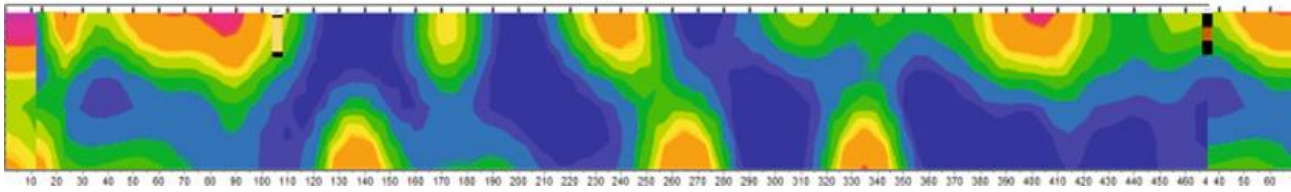
Gambar penampang 2 merupakan gambaran penampang resistivitas bawah permukaan pada lintasan pertama dengan jarak antara 0 sampai dengan 480 meter. Pada lintasan pertama ini pasir besi tersebar di sepanjang

lintasan dengan kedalaman antara 0-20 meter dan nilai resistivitasnya antara 2.06 – 37.1 Ω m.

Gambar penampang 4 merupakan gambaran penampang resistivitas bawah permukaan pada lintasan pertama dengan jarak antara 0 sampai dengan 480 meter. Pada lintasan pertama ini pasir besi tersebar di sepanjang lintasan dengan kedalaman antara 0-30 meter dan nilai resistivitasnya antara 2.06 – 37.1 Ω m.

Selanjutnya hasil geolistrik ini diikat dengan data bor tangan sebagai acuan untuk menentukan volume dari

sumberdaya yang ada seperti pada gambar 13 .



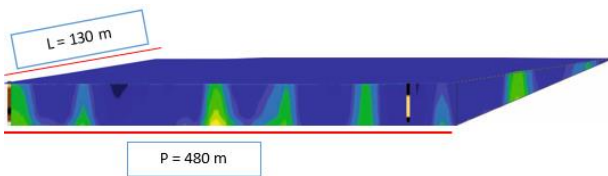
Gambar 13. Penampang geolistrik yang di ikat Bor Tangan

4.2 Volume Sumberdaya

Data lapisan yang diperoleh dari handbor akan membantu untuk mendapatkan ketebalan dari keterdapatan pasir besi yang diteliti. Ketebalan yang didapat sebesar 50 cm dari keseluruhan rata-rata ketebalan disetiap titik.

Luasan area yang digunakan yaitu 2.3 km² yang didapatkan dari perhitungan kalkulator geometri digitasi menggunakan aplikasi Arcgis 10.4.

Menurut (Prabowo, 2018) menyimpulkan dari pengukuran geolistrik menunjukkan pasir besi di Pasir Paneh Kecamatan Tiku berada dengan jarak horizontal tegak lurus terhadap pantai 100-130 m. Bisa kita lihat dari gambar 14 berikut,



Gambar 14. Penampang Pasir Besi

Berdasarkan gambar di atas maka dapat kita tentukan volume dari sumberdaya yang ada sebesar :

Tabel 1. Volume Sumberdaya Pasir Besi

Berdasarkan Geolistrik	Berdasarkan Bor Tangan
199.680 ton	7.987.200 ton

Berdasarkan penelitian ini, dilakukan dua macam perhitungan volume, perhitungan pertama menggunakan data bor tangan yang kedalamannya hanya 2 meter, perhitungan kedua menggunakan intrepetasi geolistrik dengan kedalam 60 meter. Sehingga terdapat perbedaan hasil yang signifikan.

4.2 Kualitas Pasir Besi

Setelah mengetahui jumlah dari pasir besi, selanjutnya adalah mengetahui kualitas dari pasir besi tersebut, kualitas pasir besi mengacu pada data hasil uji sifat fisik dan kimia material.

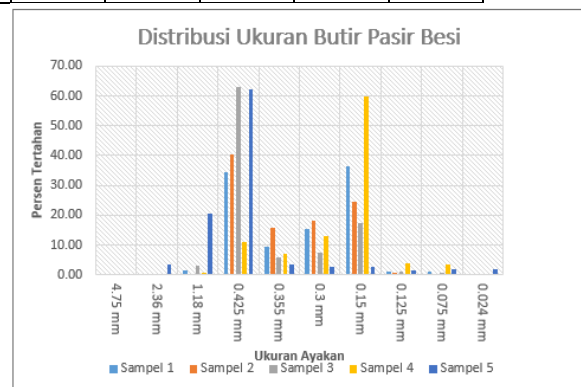
4.2.1 Ukuran Butir

Pengukuran ukuran butiran (grain size) dari sampel menggunakan shieve shaker dengan ukuran ayakan dari 4,75 mm sampai 0.075mm.

Tabel 2. Analisis Ayakan dengan *Shieve Shaker*

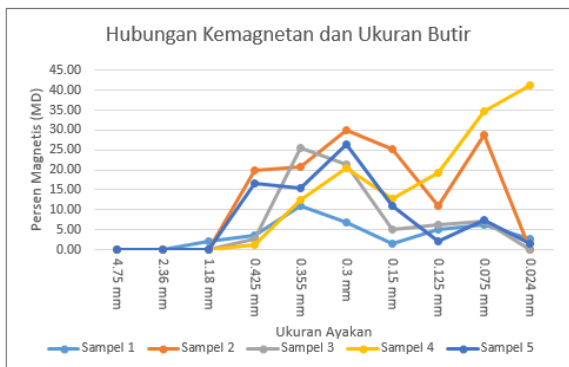
Sample	% Slip (Shieve Shaker)									
	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	0.425 mm	0.355 mm	0.3 mm	0.15 mm	0.125 mm	0.075 mm	0.024 mm
1	0	0.39	1.65	34.36	9.36	15.28	36.47	1.23	1.02	0.24
2	0	0	0.07	40.50	15.79	18.04	24.66	0.63	0.29	0.03
3	0.35	0.52	3.03	62.92	5.99	7.45	17.33	1.25	0.93	0.22
4	0.27	0.28	0.75	10.97	7.09	13.00	59.74	3.77	3.58	0.54
5	0.16	3.32	20.61	62.36	3.34	2.57	2.62	1.43	1.74	1.84

Dari tabel 2 terlihat sampel 1 ukuran butirnya lolos pada ayakan 0.3 mm sebanyak 36,47%, sampel 2 ukuran butirnya lolos 1.18mm sebanyak 40.50%, sampel 3 ukuran butirnya lolos 1.18mm sebanyak 62.92%, sampel 4 ukuran butirnya lolos ayakan 0.3mm sebanyak 59.74% dan sampel 5 ukuran butirnya yang lolos ayakan 1.18 mm sebanyak 62.36%. sampel yang diperoleh mempunyai keberagaman ukuran butir, sampel 2,3 dan 5 mempunyai ukuran butir 1.18 mm sedangkan sampel 1 dan 4 mempunyai ukuran butir 0.3 mm.



Gambar 15. Distribusi Ukuran butir

Setelah didapatkan konsentrat pasir besi dari pasir besi dengan menggunakan magnet, maka dihitung diperoleh persentase magnetic dari setiap sampel yang tertinggal di saringan. Konsentrat yang diperoleh dari pemisahan magnet, ditimbang dalam satuan gram. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 16



Gambar 16. Hubungan Ukuran Butir dan Kemagnetan

Pada penelitian ini, ukuran terkecil yang masih bisa dilewati pasir besi adalah 0.075 mm (200 mesh) dapat dilihat pada sampel 4 dengan nilai 35%. Penelitian sebelumnya pada 120 mesh terdapat 81% dan Norman pada 100 mesh memperoleh 90,7-93,5%.

4.2.2 Berat Jenis

Pengukuran berat jenis pasir besi dilakukan di laboratorium tambang Universitas Negeri Padang dengan menggunakan bantuan piknometer, sehingga diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 3. Berat Jenis Pasir Besi hasil Uji Laboratorium

No.	Sample	Specific Gravity (SG)
1.	1	3.502
2.	2	3.390
3.	3	2.975
4.	4	3.226
5.	5	2.891

Mengacu pada kriteria dari Badan Geologi dimana pasir besi mempunyai Specific Gravity 2.99-4.23. Artinya hasil pengujian ini dapat diterima.

4.2.3 Analisa Kimia XRF

Analisis selanjutnya yang dilakukan adalah analisis XRF, ini bertujuan untuk mengetahui kandungan mineral dan logam yang terkandung dalam sampel yang diuji.

Sehingga didapatkan hasil seperti berikut:

Tabel 4. Hasil Uji XRF

Items	Sampel				
	1	2	3	4	5
Fe ttl	40.69	38.76	39.87	47.7	43.98
Al ₂ O ₃	% 15.72	15.88	12.13	22.45	22.11
Fe ₂ O ₃	% 19.10	19.10	20.10	10.00	17.10
CaO	% 4.46	3.39	4.04	4.14	2.84
MgO	% 2.74	2.28	3.91	1.41	0.99
SiO ₂	% 13.37	13.37	14.07	7.00	4.97
TiO ₂	% 1.01	1.7	1.53	0.93	0.68
H ₂ O	% 2.91	5.52	4.35	6.37	7.33

Berdasarkan Table 4 di atas, terlihat bahwa kandungan besi yang terdapat dalam Fe₂O₃ berkisar antara 10%-20% dari total kandungan logam seluruhnya.

5 KESIMPULAN

Keterdapatannya pasir besi di Sumatera memiliki genesa yang hampir sama karena perbentukan geologinya berasal dari sesar semangko Sumatera yang menyebabkan terjadi magma yang menumpuk membentuk gunung api vulkanik yang hasil batuan mengandung batuan vulkanik seperti tuff, andesit-basal, breksi, konglomerat.

Berdasarkan analisa peta geologi dari daerah Pasia Paneh Nagari Tiku Selatan, pasir besi dipantai Pasia Paneh secara genesanya berasal dari gunung purba Maninjau akibat dari erupsi letusan Maninjau dan tertransportasikan oleh Sungai Batang Masang. Litologi pasir besi pantai Pasia Paneh Nagari Tiku Selatan didapat dari data handbor dengan rata-rata keterdapatannya

pasir besi pada kedalaman 0-30 cm dan 150-170 cm dari permukaan laut.

Persebaran pasir besi berdasarkan sumber dan data penelitian didapatkan arah pasir besi ke daratan sepanjang 130 meter dengan kedalaman keterdapatannya pasir besi dari data geolistrik sepanjang 20 meter.

Kuantitas sumberdaya pasir besi yang ada di daerah tersebut yang didapatkan dari litologi handbor sebesar 199.680 ton sedangkan dari pengukuran geolistrik volume 7,987,200 ton.

Luas wilayah yang mengandung pasir besi pada area survey adalah 249,600 m² dan total area survey 2.3 km². Dengan berat jenis yang didapatkan dari uji fisik sebesar 3,2.

Sementara kualitas pasir besi daerah tersebut mengandung Fe₂O₃ antara 10-20% sedangkan kandungan TiO₂ antara 0.6-1.7% ini didapatkan dari analisa sampel yang di uji dilaboratorium dengan metode XRF.

DAFTAR PUSTAKA

- Prabowo, F. H. Genes and physical properties of iron sand from Kinali Pasaman.
- Hamilton, W. B. (1979). *Tectonics of the Indonesian region* (Vol. 1078). US Government Printing Office.
- Midawati, S. (2014). IDENTIFIKASI DEPOSIT PASIR BESI DENGAN METODE GEOLISTRIK TAHANAN JENIS DI PANTAI WONOGORO DESA TUMPAKREJO KECAMATAN GEDANGAN KABUPATEN MALANG. *SKRIPSI Jurusan Fisika-Fakultas MIPA UM*.
- Nurjannah, N., & Yuwono, Y. (2013). PERMODELAN ESTIMASI POTENSI TAMBANG BATU KAPUR DARI HASIL ANALISA DATA CITRA SATELIT LANDSAT 7 ETM+ (STUDI KASUS: TAMBANG BATU KAPUR PT. SEMEN GRESIK PERSERO TBK. PABRIK TUBAN). *Geoid*, 9(1), 81-87.
- Octova, A., Ansory, A., Anaperta, Y. M., & Mukhlisa, I. E. (2017). The Prospect of Offshore Iron Sand in Tiram Brach Padang Pariaman Regency West Sumatera.
- Prabowo, H. (2018). Penyelidikan Kelayakan Kimia Dan Penyebaran Cadangan Pasir Besi Daerah Tiku Kabupaten Agam Untuk Bahan Baku Semen Pada Pt. Semen Padang. *EKSAKTA: Berkala Ilmiah Bidang Putra*, R. R., Octova, A., & Gusman, M. (2018). Pemodelan Akuifer Hasil Pengukuran Resistivity Studi Kasus Kota Padang. *Bina Tambang*, 3(2), 744-755.
- Prasdiatika, R., & Susanto, S. (2016). Preparasi dan Penentuan Jenis Oksida Besi pada Material Magnetik Pasir Besi Lansilowo. *Jurnal Teknosains*, 6(1), 7-15.
- Purnawan, S., Azizah, A., Jalil, Z., & Zaki, M. (2018). Karakteristik Sedimen dan Kandungan Mineral Pasir Besi di Labuhan Haji Timur, Kabupaten Aceh Selatan. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 13(2), 110-119.
- Sektor Pertambangan. Potensi Pengembangan Pasir Besi di Sumatera Barat, (www.sumbarprov.go.id), diakses 28 Februari 2020
- Sismanto, S., Sutanto, Y., Akbar, R., & Alaidin, S. F. 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*, 21(3), 25-37.
- Sugiyono. (2008). *Metode penelitian pendidikan:(pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R & D)*. Alfabeta.
- Syofyan, F. A., Octova, A., & Anaperta, Y. M. (2018). Identifikasi Keberadaan Air Tanah Menggunakan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Di Daerah Pandawa, Jorong Tarok, Kecamatan 2 X 11 Kayu Tanam. *Bina Tambang*, 3(1), 336-348.
- Telford, W. M., Telford, W. M., Geldart, L. P., Sheriff, R. E., & Sheriff, R. E. (1990). *Applied geophysics*. Cambridge university press.
- The Geology of Sumatera. (www.slideshare.net) diakses 16 Mei 2020
- Website Resmi Pemerintah Kabupaten Agam. Administrasi Daerah, (www.agamkab.go.id), diakses 28 Maret 2020
- Wijaya, A. S. (2015). Aplikasi Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner Untuk Menentukan Struktur Tanah di Halaman Belakang SCC ITS Surabaya (Halaman 1 sd 5). *Jurnal Fisika Indonesia*, 19(55).
- Yovanda, R., Octova, A., & Anaperta, Y. M. (2018). LEACHATE WATER MODELING USING GEOLISTRIK METHOD OF RESISTANCE TYPE OF CONFIGURATION OF WENNER-SCHLUMBERGER AT TPAS AMPANG KUALO DISTRICT SOLOK WEST SUMATERA. *Bina Tambang*, 3(1), 403-414.
- YUDIANTORO, D. F., & Sutarto, S. (2007). POTENSI ENDAPAN PASIR BESI KAWASAN PANTAI SELATAN KABUPATEN KEBUMEN JAWA TENGAH. *PROSEDING GEOLOGI*, 25-1.