

**DISTRIBUSI NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PASIR BESI
PADA PERMUKAAN PANTAI PASIA NAN TIGO KOTA
PADANG SUMATERA BARAT**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan guna memperoleh gelar
Sarjana Sains*



**Oleh:
RIZA RAHMAYUNI
NIM. 16034020/2016**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

**DISTRIBUSI NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PASIR BESI
PADA PERMUKAAN PANTAI PASIA NAN TIGO KOTA
PADANG SUMATERA BARAT**



**RIZA RAHMAYUNI
16034020**

**PROGRAM STUDI FISIKA
JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN
ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2021**

PERSETUJUAN SKRIPSI

**DISTRIBUSI NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PASIR BESI
PADA PERMUKAAN PANTAI PASIA NAN TIGO KOTA
PADANG SUMATERA BARAT**

Nama : Riza Rahmayuni

NIM : 16034020

Program Studi : Fisika

Jurusan : Fisika

Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

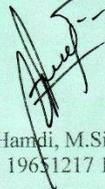
Padang, Juni 2021

Mengetahui:
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Ratnawulan, M. Si
NIP. 19690120 1993032 002

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dr. Hamdi, M.Si.
NIP. 19651217 199203 1 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

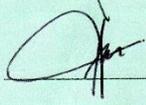
Nama : Riza Rahmayuni
NIM : 16034020
Prodi : Fisika
Jurusan : Fisika
Fakultas : Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

**DISTRIBUSI NILAI SUSEPTIBILITAS MAGNETIK PASIR BESI
PADA PERMUKAAN PANTAI PASIA NAN TIGO KOTA
PADANG SUMATERA BARAT**

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan Di Depan Tim Penguji Skripsi Jurusan
Fisika Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 04 Juni 2021

Tim Penguji

	Nama	Tanda Tangan
Ketua	: Dr. Hamdi, M.Si	
Anggota	: Dr. H. Ahmad Fauzi, M.Si	
Anggota	: Dr. Fatni Mufit, S.Pd, M.Si	

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini, tugas akhir berupa skripsi dengan judul “Distribusi Nilai Suseptibilitas Magnetik Pasir Besi Pada Permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Kota Padang Sumatera Barat”, adalah asli karya sendiri.
2. Di dalam karya tulis ini berisi gagasan, rumusan, dari penelitian saya, tanpa bantuan pihak lain, kecuali pembimbing.
3. Di dalam Karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan di dalam naskah dengan menyebutkan pengarang dan dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam ada pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 11 Juni 2021

Pernyataan



Riza Rahmayuni
16034020

Distribusi Nilai Suseptibilitas Magnetik Pasir Besi Pada Permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Kota Padang Sumatera Barat

Riza Rahmayuni

ABSTRAK

Pasir besi di Pantai Pasia Nan Tigo Padang merupakan sumber daya alam yang memiliki potensi mineral magnetik yang bagus seperti *magnetite* (Fe_3O_4), *hematite* ($\alpha-Fe_2O_3$) dan *maghemite* ($\gamma-Fe_2O_3$) untuk dimanfaatkan menjadi bahan yang bernilai ekonomis tinggi. Mineral magnetik tersebut dapat memiliki manfaat yang tinggi apabila diketahui karakteristik pasir besi seperti nilai suseptibilitas magnetik dan seberapa besar potensi kandungannya. Namun nilai suseptibilitas magnetik dan potensi dari pasir besi pada Pantai Pasia Nan Tigo Padang ini belum diketahui. Oleh sebab itu, perlu dilakukan kajian tentang potensi melalui distribusi nilai suseptibilitas magnetik di Pantai Pasia Nan Tigo Padang.

Potensi pasir besi dari segi nilai suseptibilitas magnetik dianalisis menggunakan metode kemagnetan batuan, dimana nilai suseptibilitas magnetik pada pasir besi diukur menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan sensor MS2B *dual frequency*, sedangkan distribusi nilai suseptibilitas magnetik dilihat menggunakan metode interpolasi *Kriging*. Distribusi mineral magnetik dapat dilihat dari kontur yang dibuat menggunakan software *Surfer* dan dilengkapi dengan warna-warna yang dipilih sesuai dengan tingginya nilai suseptibilitas magnetik.

Hasil penelitian menunjukkan rentang nilai suseptibilitas magnetik pasir besi pada Pasia Nan Tigo Padang yaitu berkisar antara $448,63 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ sampai $13.077 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ dimana dari distribusi nilai suseptibilitas magnetik dapat dilihat bahwa di Muaro Anai warnanya merah yang menunjukkan bahwa Muaro Anai memiliki sebaran nilai suseptibilitas magnetik yang bernilai tinggi. Hal ini terjadi karena akibat proses transportasi dimana sampel yang memiliki nilai suseptibilitas bernilai tinggi juga mempunyai massa jenis tinggi. Akibatnya, mineral magnetik yang tinggi cenderung mengendap di bagian Muara Sungai dalam hal ini adalah Muaro Anai.

Kata Kunci: Suseptibilitas Magnetik, Pasir Besi, Bartington, *Surfer*.

KATA PENGHANTAR



Puji dan syukur atas kehadiran Alloh SWT, yang telah melimpahkan rahmat, karunia dan hidayah-Nya sehingga skripsi dengan judul “Distribusi Nilai Suseptibilitas Magnetik Pasir Besi Pada Permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Kota Padang Sumatera Barat” dapat terselesaikan. Skripsi ini merupakan bagian dari PTPT - Penelitian Terapan (Dr. Hamdi, M.Si.) dengan judul “Estimasi Potensi Mineral Magnetik Pasir Besi Pantai Pasia Nan Tigo Padang Menggunakan Metode Kemagnetan Batuan Dan *Surfer*” yang didanai Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LP2M) melalui PNBPN UNP dengan nomor kontrak 1617/ UN35.13/ LT/ 2020 dan 940/ UN35.13/ LT/ 2021. Skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam menyelesaikan Pendidikan Sarjana Fisika.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik bantuan secara moril maupun materil. Oleh karena itu diucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Hamdi, M. Si., selaku Pembimbing yang telah meluangkan waktu, pikiran, saran, dan tenaga serta kesabarannya untuk membimbing dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. H. Ahmad Fauzi, M. Si., selaku Penguji dan Pembimbing Akademik yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran dalam penulisan skripsi ini.

3. Ibu Dr. Fatni Mufit, S. Pd., M. Si., selaku Penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan saran dalam penulisan skripsi ini.
4. Ibu Syafriani, M. Si., Ph. D., selaku Ketua Prodi Fisika Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
5. Ibu Dr. Hj. Ratnawulan, M. Si., selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
6. Staf Pengajar dan Karyawan Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang.
7. Seluruh Tim Magnetik, Ella Destari Ningsih, Helmita, Shandiyano Putra, Ihsan Junira Prasetyo, Fajar Akmal, Ronal Febriansah, Ardilla Nofri Yuwanda, Dwi Anisa Visgun, Anisa Rahmi, Azmi Renaldi, Nadifa Salsabila, Nurmala Dewi Siregar, Karin Yulfiarti, Ririn Febrianti, Nadya Fitra, Reza Sri Mardayani dan Fiska Afrianti, yang telah melakukan penelitian bersama dan telah memberikan bantuan serta semangat.
8. Kedua orangtua yang selalu mendoakan dan memberi dukungan.
9. Rekan-rekan seperjuangan yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini.
10. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan telah membantu dalam penulisan skripsi ini.

Padang, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
KATA PENGHANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	4
C. Batasan Masalah.....	4
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian	5
F. Manfaat Penelitian	5
BAB II KAJIAN TEORI	6
A. Kawasan Pasia Nan Tigo Padang.....	6
B. Pasir Besi.....	7
C. Mineral Magnetik.....	10
E. Pola Distribusi.....	24
F. Interpolasi Data	27
G. Peta Kontur Menggunakan <i>Surfer</i>	29
1. Sifat-sifat garis kontur	31
2. Penentuan besarnya kontur-kontur	31
3. Interval kontur	31

H. Penelitian yang Relevan.....	34
I. Kerangka Berfikir.....	36
BAB III METODE PENELITIAN	38
A. Jenis Penelitian.....	38
B. Variabel dan Data Penelitian.....	38
C. Fishbone Penelitian	38
F. Prosedur Penelitian.....	43
1. Pengambilan Sampel	43
2. Preparasi sampel.....	43
4. Pembuatan Peta Kontur	46
G. Teknik Pengolahan Data dan Interpretasi Data.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	50
A. Hasil Penelitian	50
B. Pembahasan.....	55
BAB V PENUTUP.....	60
A. Kesimpulan	60
B. Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Nilai Suseptibilitas Magnetik Berbagai Mineral.....	23
Tabel 2. Interval dan indeks kontur.....	32
Tabel 3. Spesifikasi Alat <i>Bartington Magnetic Susceptibility Meter</i> tipe MS2B.	42
Tabel 4. Contoh Tabel Rangkuman Hasil Pengukuran Nilai Suseptibilitas	47
Tabel 5. Nilai Suseptibilitas Magnetik Pasir Besi.....	50
Tabel 6. Nilai <i>Low Field Susceptibility</i> Dan Massa Jenis Pasir Besi Lintasan A	65
Tabel 7. Nilai <i>Low Field Susceptibility</i> Dan Massa Jenis Pasir Besi Lintasan B	68

DAFTAR GAMBAR

Tabel	Halaman
Gambar 1. Diagram ternary $\text{TiO}_2\text{-FeO-Fe}_2\text{O}_3$ (Butler, 1998).....	12
Gambar 2. Bentuk Magnetisasi Bahan Diamagnetik a) Bahan Magnetik	17
Gambar 3. a) Grafik Magnetisasi (M) terhadap Medan Magnet (H) yang	17
Gambar 4. Bentuk Magnetisasi pada Bahan Paramagnetik	18
Gambar 5. a) Grafik magnetisasi (M) terhadap Medan Magnet (H) yang diberikan..	19
Gambar 6. Bentuk Magnetisasi pada Bahan Ferromagnetik.....	20
Gambar 7. Kurva Histerisis untuk Bahan Ferromagnetik (Jiles, 1991).	20
Gambar 8. Perbedaan Struktur Momen Magnetik dari	22
Gambar 9. Bentuk Pola Distribusi	25
Gambar 10. Beberapa Macam Pola Garis Kontur Berdasarkan Variabel.....	30
Gambar 11. Roadmap Penelitian Penelitian Pola Sebaran Nilai.....	34
Gambar 12. Kerangka Berfikir Penelitian Distribusi Nilai	36
Gambar 13. Diagram Fishbone Penelitian Distribusi Nilai Suseptibilitas	39
Gambar 14. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	40
Gambar 15. Bartington Magnetic Susceptibility Meter tipe MS2B.....	42
Gambar 16. Pengukuran Titik Sampel	43
Gambar 17. Pengambilan Sampel.....	43
Gambar 18. Preparasi Sampel.....	44
Gambar 19. Pengukuran Massa Sampel.....	44
Gambar 20. Pengukuran Nilai Suseptibilitas Magnetik Menggunakan	45

Gambar 21. Lembar Kerja Surfer 17.....	46
Gambar 22. Proses Input Data.....	46
Gambar 23. Proses Gridding Data	46
Gambar 24. Hasil Peta Kontur.....	46
Gambar 25. Pemberian Warna Pada Peta Kontur.	47
Gambar 26. Contoh Peta Kontur Surfer 17 (Palkrisman, 2014).	49
Gambar 27. Grafik Low Field Susceptibility vs Massa Jenis	51
Gambar 28. Hasil Peta Kontur Berdasarkan Nilai Low Field Susceptibility.....	53

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam yang dapat dikelola oleh sektor pertambangan. Sektor pertambangan memiliki peranan yang sangat penting bagi kehidupan masyarakat. Hampir setiap kehidupan masyarakat dipengaruhi oleh sektor pertambangan, tidak sedikit daerah yang perekonomiannya tumbuh dan ditunjang oleh sektor pertambangan. Sektor pertambangan menghasilkan bahan galian tambang yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri, perhiasan, dan lain-lain. Beberapa bahan galian tambang yang terdapat di Indonesia yaitu batu bara, emas, perak, nikel dan pasir besi.

Pasir besi terbentuk karena adanya aktivitas letusan gunung berapi yang melintas di pantai (Tiwow, 2018). Di pantai tersebut terdapat muara yang merupakan pertemuan antara sungai dan laut mengakibatkan material berupa kerikil, pasir dan abu vulkanik terbawa oleh arus air. Material yang terbawa kemudian mengalami proses sedimentasi yang mengandung pasir besi. Sedimen yang mengandung pasir besi terbawa sampai kepermukaan pantai dan mengalami penambahan dari waktu ke waktu sehingga menghasilkan pasir besi dalam jumlah yang cukup banyak.

Keberadaan pasir besi tersebar di pesisir pantai salah satunya terdapat di pantai Sumatera Barat yaitu Pantai Pasia Nan Tigo Padang. Pantai Pasia Nan Tigo termasuk ke dalam bentuk pantai landai, yang terdiri dari pasir berwarna coklat gelap kehitaman (Haryani, 2019). Menurut masyarakat sekitar pasir besi di Pantai Pasia Nan Tigo Kota

Padang belum dimanfaatkan hal ini dibuktikan dengan informasi atau referensi yang belum memadai mengenai potensi pasir besi di daerah ini. Padahal di pantai tersebut tersebar begitu banyak pasir besi yang dapat dimanfaatkan baik bagi masyarakat maupun pemerintah.

Pemanfaatan pasir besi berdasarkan kandungan mineral magnetik seperti *magnetite* (Fe_3O_4), *hematite* ($\alpha-Fe_2O_3$) dan *maghemite* ($\gamma-Fe_2O_3$) yaitu dapat diolah menjadi bahan industri logam (Yulianto, 2019). *Magnetite* juga dapat dimanfaatkan pada bahan pembuatan semen (Zulziar, 2019), sebagai toner pada mesin fotokopi dan printer laser (Mufit, 2006) dan *maghemite* digunakan sebagai bahan pembuatan pita perekam pada kaset audio (Yulianto, 2003). *Magnetite*, *hematite* dan *maghemite* juga digunakan sebagai pewarna serta campuran *filler* untuk cat dan bahan pembuatan magnet. Bahkan *magnetite* nanopartikel digunakan dalam dunia biomedis sebagai bahan untuk terapi penyakit kanker (Xuemei, 2007). Jadi, mineral magnetik merupakan suatu mineral yang mempunyai nilai ekonomis tinggi untuk dimanfaatkan.

Mineral magnetik agar dapat memiliki manfaat yang tinggi apabila diketahui karakteristik pasir besi seperti nilai suseptibilitas magnetik dan seberapa besar potensi kandungannya. Beberapa penelitian terkait kajian potensi pasir besi yaitu Purnawan (2017), mengkaji sebaran pasir besi pada permukaan substrat Sungai Leungah Aceh besar, dimana dari hasil kajiannya didapatkan bahwa konsentrasi *magnetite* tersebar lebih tinggi pada daerah aliran sungai, dengan ukuran butiran yang lebih kasar dan sumber *magnetite* berasal dari hulu sungai Leungah kemudian terakumulasi hingga daerah muara dan pantai. Budiman (2015) mengkaji nilai suseptibilitas magnetik pasir besi sisa pendulang emas di Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat, dimana nilai

suseptibilitas diukur menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan *MS2B dual Frequency* pada lima belas arah berbeda. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik berkisar antara $1,0294 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$ dan $1,1415 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$ dengan nilai rata-rata yaitu $1,1011 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$ dan nilai koefisien keragaman 4,7%. Palkrisman (2014) telah mengkaji pemetaan persentase kandungan dan nilai suseptibilitas mineral magnetik pasir besi Pantai Sunur Kabupaten Padang Pariaman, dimana didapatkan persentase kandungan mineral magnetik dengan rentang nilai 6,5% hingga 61,3% dengan nilai suseptibilitas magnetik berkisar antara $333,65 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $2883,67 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ dan hasil pemetaan yang diplot menggunakan aplikasi *Surfer 9.0* berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik serta kandungan persentase mineral magnetik.

Kajian tentang potensi pasir besi dilihat melalui distribusi nilai suseptibilitas magnetik di permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Padang. Distribusi mineral magnetik dapat dilihat dari kontur yang dibuat menggunakan software *Surfer 17*. Kelebihan *Surfer 17* dibandingkan versi sebelumnya yaitu fitur tampilan dilengkapi dengan fitur baru berupa sumbu, judul, tanda centang, yang lebih jelas dan mudah dipahami dalam pembuatan peta 3D dan pemodelan permukaan.

Berdasarkan permasalahan dan segi pemanfaatan mineral magnetik pasir besi, didukung dengan wilayah penelitian yang belum diketahui nilai suseptibilitas magnetik pasir besi dan seberapa besar potensi kandungannya, maka dilakukan kajian tentang potensi pasir besi melalui distribusi nilai suseptibilitas magnetik di Pantai Pasia Nan Tigo Padang. Potensi pasir besi dari segi nilai suseptibilitas magnetik dianalisis menggunakan metode kemagnetan batuan, dimana nilai suseptibilitas magnetik pada

pasir besi diukur menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan sensor MS2B *dual frequency*, sedangkan distribusi nilai suseptibilitas magnetik dilihat menggunakan metode interpolasi *Kriging*. Dari hasil distribusi mineral magnetik diharapkan dapat diketahui seberapa besar potensi pasir besi yang terdapat pada permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Padang.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka teridentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Belum adanya uji karakteristik magnetik seperti nilai suseptibilitas magnetik pada permukaan Pantai Pasia Nan Tigo.
2. Belum ada yang melihat serta meneliti mengenai potensi pasir besi melalui kajian distribusi nilai suseptibilitas menggunakan *Surfer 17* di Pantai Pasia Nan Tigo Padang.
3. Masyarakat maupun pemerintah belum ada yang memanfaatkan pasir besi di Pantai Pasia Nan Tigo sebagai bahan yang bernilai ekonomi tinggi.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang telah diuraikan, perlu dilakukan pembatasan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Penelitian ini mengkaji distribusi nilai suseptibilitas magnetik pada permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Padang menggunakan aplikasi *Surfer 17*.
2. Karakteristik mineral magnetik yang akan dikaji adalah nilai suseptibilitas magnetik pasir besi pada permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Padang.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah yang telah diuraikan maka dapat dirumuskan masalah dari penelitian ini yaitu bagaimanakah distribusi nilai suseptibilitas magnetik pasir besi di permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Kota Padang?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui distribusi nilai suseptibilitas magnetik pasir besi di permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Kota Padang.

F. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat, pemerintah dan peneliti selanjutnya yaitu sebagai berikut :

1. Bagi pemerintah yaitu dapat dijadikan sebagai sumber pemasukan daerah.
2. Bagi masyarakat yaitu sebagai sumber material bernilai ekonomis yang dapat menambah pendapatan masyarakat.
3. Bagi peneliti yaitu memberikan informasi mengenai potensi mineral magnetik yang tersebar di permukaan Pantai Pasia Nan Tigo Padang.
4. Aplikasi dalam ilmu Fisika khususnya pada bidang kemagnetan sehingga dapat menambah pengetahuan dan wawasan peneliti dan pembaca.
5. Merupakan salah satu persyaratan dalam menyelesaikan studi Sastra-1 Program Studi Fisika di FMIPA, Universitas Negeri Padang.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Kawasan Pasia Nan Tigo Padang

Pasia Nan Tigo (PNT) merupakan salah satu kelurahan yang ada di Kecamatan Koto Tangah Kota Padang (Haryani, 2019). Kelurahan Pasia Nan Tigo dalam Bahasa Indonesia adalah pantai yang tiga, dimana pantai tersebut adalah Pasia Sabalah, Pasia Kandang dan Pasia Jambak. Kelurahan Pasia Nan Tigo terletak pada posisi $00^{\circ} 50.993'$ LS $100^{\circ} 19.431$ BT memiliki lebar pantai 2 s/d 21 m. Secara administratif Kelurahan Pasia Nan Tigo mempunyai batas wilayah, sebelah Utara berbatasan dengan Kelurahan Lubuk Buaya, sebelah Selatan berbatasan dengan Kelurahan Bungo Pasang, sebelah Barat berbatasan dengan Samudera Indonesia, sebelah Timur berbatasan dengan Kelurahan Batu Ganting. Kawasan pesisir Pantai Pasia Nan Tigo terletak pada ketinggian 0-3 meter diatas permukaan laut, dengan kemiringan lahan 0-2 % (Haryani 2019).

Pantai Pasia Nan Tigo termasuk kedalam pantai landai, terdiri dari pasir berwarna coklat gelap kehitaman yang pada umumnya berbutir kasar (Haryani 2019). Pasia Nan Tigo juga terdapat muara yaitu Muaro Batang Anai, Muaro Baru dan Muaro Panjalinan, dimana tiga muara yang saling bermuara pada masing-masing pantai yaitu Muaro Batang Anai bermuara di Pasia Jambak (Triyantno, 2014) sedangkan Muaro Baru bermuara di Pasia Kandang dan Muaro Panjalinan Bermuara di Pasia Sabalah.

Muaro Batang Anai merupakan perairan yang terletak kurang lebih 11 Km dari pusat Kota Padang tepatnya di Kecamatan Koto Tangah Kelurahan Pasia Nan Tigo Provinsi Sumatera Barat (Triyantno, 2014). Muaro Anai ini dialiri oleh Sungai Batang Anai yang melintasi empat wilayah administratif di Provinsi Sumatera Barat yaitu Kota Padang, Kabupaten Padang Pariaman, Kabupaten Tanah Datar dan Kota Padang Panjang, dimana Hulu sungai ini berasal dari bagian Barat Pegunungan Marapi (H. Yuldo, 2016). Muaro Baru merupakan muara buatan yang dibuat untuk pengendalian banjir di sungai Batang Kandis (Purnawan, 2018) dan juga Muaro Baru ini menyambung dengan sungai Batang Anai. Muaro Panjalinan yang memiliki daerah aliran sungai yaitu Batang Air Dingin yang hulunya berada pada daerah Lubuk Minturun.

Pesisir Pantai Pasia Nan Tigo membentuk pantai lurus (*long beach*) dengan panjang pantai kurang lebih 7 km (Triyantno, 2014). Sedimen pantai yang menyusun kawasan Pantai Pasia Jambak Kota Padang sebagian besar terdiri dari pasir terutama yang terdapat di daerah sekitaran muara-muara sungai besar yang memperlihatkan adanya proses sedimentasi aktif (Unbari, 2020) (Boy, 2018). Menurut Triyantno (2014) banyaknya sedimen pada pantai disebabkan oleh material yang terbawa oleh sungai menuju muara, sehingga menyebabkan pada beberapa daerah yang merupakan muara sungai memiliki nilai transportasi sedimen yang cukup tinggi..

B. Pasir Besi

1. Pengertian Pasir Besi

Pasir merupakan bahan alam yang tersedia sangat melimpah di Indonesia. Selama ini pasir hanya dimanfaatkan sebagai bahan bangunan, padahal pasir banyak mengandung mineral berharga yang bisa dimanfaatkan untuk bahan industri. Pasir

adalah agregat dengan butiran berukuran mulai dari 0,0625 hingga 2 milimeter. Pasir besi memiliki konsentrasi besi yang signifikan, dimana pasir besi biasanya berwarna abu-abu gelap dan berwarna kehitaman.

Pasir besi dengan tingkat kehitaman yang tinggi juga mempunyai sifat magnetik yang tinggi dalam hal nilai suseptibilitas magnetik. Tingginya nilai suseptibilitas magnetik ini disebabkan oleh konsentrasi mineral magnetik sampel tersebut juga tinggi, tingkat kehitaman (*darkness*) pasir besi dengan sifat magnetiknya, yaitu nilai suseptibilitas magnetik. Pasir besi dengan tingkat kehitaman yang tinggi juga mempunyai sifat magnetik yang kuat, terlihat dari nilai suseptibilitas magnetik (Mufit, 2013).

Pasir terbuat dari kandungan silikon dioksida serta berasal dari batuan kapur. Pasir tersebut mengandung pasir besi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan semen. Bahan baku yang berasal dari pasir besi tersebut agar menghasilkan semen yang berkualitas tinggi, dibutuhkan pasir besi yang mengandung unsur *Fe* (Afdal, 2013). Pasir besi secara alamiah bersifat feromagnetik (sifat magnet dengan daya tarik magnet yang kuat) dengan mineral-mineral magnetik seperti *magnetite* (Fe_3O_4), *hematite* ($\alpha-Fe_2O_3$) dan *maghemite* ($\gamma-Fe_2O_3$) pada pasir memiliki sifat magnet yang kuat (Karbeka, 2020).

Mineral-mineral tersebut mempunyai potensi untuk dikembangkan sebagai bahan industri. *Magnetite* misalnya, dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk tinta kering (*toner*) pada mesin *photo-copy* dan printer laser, sementara *maghemite* adalah bahan utama pita kaset. Ketiga mineral magnetik *magnetite* (Fe_3O_4), *hematite* ($\alpha-Fe_2O_3$), dan *maghemite* ($\gamma-Fe_2O_3$) juga dapat digunakan sebagai pewarna dan campuran

untuk cat serta bahan dasar untuk industri magnet permanen (Bijaksana, 2002). Manfaat pasir dalam bidang industri yaitu sebagai bahan baku besi baja. Selain sebagai bahan baku baja, pasir besi juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri semen dalam pembuatan beton.

Mineral yang mendominasi pasir besi adalah *magnetite* (Fe_3O_4). Mineral jenis ini dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan besi baja. Selain itu, mineral magnetik pasir besi juga sangat potensial untuk diolah menjadi bahan industri lain yang didasarkan pada sifat-sifat kemagnetannya. Beberapa produk industri untuk berbagai keperluan ternyata dibuat dengan bahan dasar magnetit yang banyak terdapat pada pasir besi. Sebagai contoh, tinta kering (*toner*) pada mesin *photo-copy* dan *printer* laser terbuat dari magnetit, sementara *maghemite* adalah bahan utama untuk pita-kaset (Yulianto, 2019).

2. Proses Terbentuknya Pasir Besi

Syarat utama dari terbentuknya pasir besi adalah gunung api dan sungai, dimana material seperti kerikil, pasir dan abu vulkanik yang dikeluarkan oleh gunung api tersebut mengalir melalui pantai. Gunung api menjadi sumber dari pasir besi, Dasir besi hasil erupsi gunung berapi yang aktif mengalir melewati sungai, tertransportasi ke pantai. Pasir besi yang melewati sungai berkumpul di sepanjang sungai (terutama pada lekukan sungai), mengendap di sungai dan muara, hingga menuju laut.

Ombak yang menyapu di sepanjang pantai membuat pasir besi terpilahkan dan menjadi butiran bebas, dimana mineral dengan nilai *specific gravity* tinggi akan mengendap, sedangkan mineral yang mempunyai nilai *specific gravity* rendah akan tercuci dan terbuang. Proses ini terjadi berulang-ulang, sehingga bisa terbentuk

menjadi endapan pasir besi yang ditemukan di sungai maupun di pantai. Menurut Karbeka (2020), pasir besi berasal dari letusan gunung berapi, dimana Material batuan yang dihasilkan dari letusan Gunung Berapi kemudian mengalami proses penghancuran oleh akibat cuaca serta turunnya hujan dan kemudian terakumulasi serta tercuci oleh gelombang air laut ataupun aliran air sungai dan mengendap sebagai pasir besi.

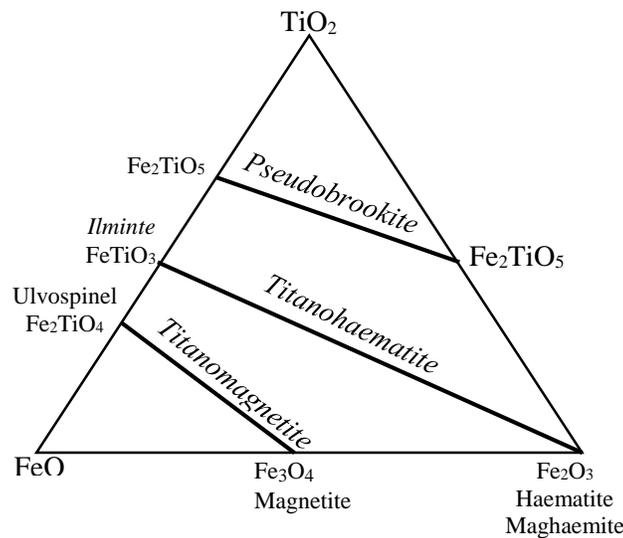
C. Mineral Magnetik

Mineral adalah senyawa alami yang terbentuk melalui proses geologis. Menurut Noor (2012:3), mineral merupakan bahan padat anorganik yang terdapat secara alamiah, yang terdiri dari unsur-unsur kimiawi dalam jumlah tertentu, atom-atom di dalamnya tersusun mengikuti suatu pola yang sistematis. Beberapa batuan terbentuk dari berbagai jenis mineral yang ada. Mineral juga dapat ditemukan pada tanah ataupun pasir. Menurut Ibrahim (2012:23) mineral sebagai penyusun utama batuan memiliki karakteristik yang khas dari bentuk kristal dan susunan kimianya. Semakin kompleks susunan kimianya maka bentuk kristal yang dihasilkan dari konfigurasi atom-atom penyusunnya juga semakin rumit. Kandungan senyawa kimia suatu mineral sangat ditentukan oleh materi penyusunnya dan proses pembentukannya.

Berdasarkan sifat kemagnetannya, mineral terdiri dari mineral magnetik dan mineral non-magnetik. Bijih besi mengandung sekitar 73% besi oksida seperti *magnetite* (Fe_3O_4), *hematite* ($\alpha-Fe_2O_3$), dan *maghemite* ($\gamma-Fe_2O_3$), *limonite* ($2Fe_2O_3 \cdot nH_2O$) dan 16% titanium oksida seperti *ilmenite* ($FeTiO_3$) yang merupakan mineral-mineral magnetik, sedangkan sisanya mengandung fasa minor seperti

aluminium oksida (Al_2O_3) dan magnesium oksida (MgO) yang merupakan mineral-mineral non-magnetik. Mineral-mineral magnetik seperti *magnetite* dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan tinta kering (*toner*) yang dapat digunakan pada mesin *photocopy* dan printer laser. *Hematite* berguna sebagai zat warna/pigmen, maghemite adalah bahan utama pembuatan pita kaset. *Ilmenite* dapat bermanfaat sebagai zat pewarna berkualitas tinggi yang banyak dipakai sebagai bahan baku pada industri cat, kertas, tekstil, juga dapat digunakan sebagai sunscreen karena dapat mangabsorpsi sinar ultraviolet (Gunawan, 2011).

Mineral memiliki 3 sifat bahan magnetik yaitu diamagnetik, paramagnetik dan ferromagnetik. Dari ketiga sifat bahan magnetik hanya untuk mineral tergolong ferromagnetik yang disebut sebagai mineral magnetik (Bijaksana, 2002). Beberapa mineral magnetik yang tergolong dalam oksida titanium besi yaitu *magnetite* (Fe_3O_4), *hematite* ($\alpha-Fe_2O_3$), dan *maghemite* ($\gamma-Fe_2O_3$). Mineral-mineral magnetik dari keluarga sulfida besi yaitu *greigite* (Fe_3S_4) dan *pyrrhotite* (Fe_7S_8), sedangkan yang tergolong dalam hidroksida besi adalah *goethite* ($\alpha-FeOOH$). Keluarga oksida titanium merupakan mineral magnetik bumi yang penting karena dianggap sebagai mineral magnetik yang paling dominan. Keluarga oksida ini digambarkan melalui diagram segitiga (*ternary diagram*) $TiO_2-FeO-Fe_2O_3$ seperti pada Gambar 1 :



Gambar 1. Diagram ternary TiO_2 - FeO - Fe_2O_3 (Butler, 1998).

Gambar 1 merupakan diagram proses terbentuknya oksida besi-titanium serta komposisi kimia mineral oksida dengan sudut terdiri dari TiO_2 , FeO dan Fe_2O_3 . Posisi dari kiri kekanan menunjukkan peningkatan rasio besi Fe^{3+} dan rasio besi Fe^{2+} . Posisi dari bawah ke atas mengindikasikan peningkatan konten Ti^{4+} terhadap besi. Pada puncak segitiga hanya ditemukan Ti^{4+} saja, pada ujung sebelah kiri terdapat *ferrous oxide* (FeO) dengan bilangan oksidasi yaitu Fe^{2+} , sementara pada ujung sebelah kanan terdapat *ferric oxide* (Fe_2O_3) dengan bilangan oksida Fe^{3+} . Keluarga oksida titanium besi mempunyai kecenderungan mengikuti deret-deret tertentu dalam bentuk deret *titanomagnetite* dan deret *titanohaematite* (Butler, 1998).

1. Magnetite (Fe_3O_4)

Magnetite merupakan salah satu mineral magnetik yang dapat dijumpai pada batuan beku, sedimen dan metamorf. *Magnetite* dapat merekam NRM yang stabil dan

merupakan mineral magnetik yang kuat (Buttler, 1998). *Magnetite* memiliki bentuk kubus, berwarna hitam gelap dengan permukaan kebiru-biruan. Batuannya sangat berat dan keras, tidak terbelah, tidak tembus cahaya dan menunjukkan kilauan logam. *Magnetite* bersifat ferimagnetik dengan temperatur *Curie* 580 °C dan magnetisasi 90 Am²/kg sampai 93 Am²/kg. Jenis *magnetite* dapat dilihat dari butiran yang berupa oksida besi (Butler, 1998).

2. *Hematite* ($\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$)

Hematite tersebar luas di sekitar alam terutama pada tanah dan sedimen. Mineral *hematite* bersifat ferromagnetik dengan magnetisasi 2.5 Am²/kg dan temperatur *Curie* 675 °C (Evan dan Heller, 2003). *Hematite* memiliki sifat tidak tembus cahaya, mempunyai lapisan merah gelap dan dapat meleleh apabila dipanaskan dalam larutan asam hidrolis. Pada umumnya *hematite* berbentuk masif, massanya berisi butir-butiran, permukaannya berwarna-warni dan warna batuannya merah kecoklatan.

3. *Maghemite* ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)

Mineral *maghemite* identik memiliki rumus kimia yang sama dengan *hematite* karena kedua jenis mineral ini mirip dan terletak di posisi yang sama pada diagram *ternary*, namun tidak memiliki bentuk magnetik atau susunan kristal yang sama. *Maghemite* teroksidasi penuh dari *magnetite*, mempunyai struktur kristal kubus dan banyak ditemukan pada tanah. Temperatur *Curie* sekitar 645 °C dan magnetisasi spontan berkurang dari 480 kA/m ke 380 kA/m sehingga merupakan mineral tidak stabil (Evans dan Heller, 2003).

4. *Ilmenite* ($FeTiO_2$)

Ilmenite merupakan mineral magnetik yang bersifat anisotropi dengan mempunyai sifat fisik yang berbeda-beda jika dilihat pada semua keadaan. *Ilmenite* pada umumnya tersebar banyak pada batuan dan pasir dan memiliki bentuk kristal yang sama dengan *hematite* yaitu berbentuk heksagonal.

5. *Greigite* (Fe_3S_4)

Greigite merupakan mineral sulfida besi yang ekuivalen dengan *magnetite*. Mineral ini memiliki struktur mineral kubus bersifat ferrimagnetik kuat seta memiliki magnetisasi spontan 125 kA dan temperatur *Curie* 330 °C (Evans dan Heller, 2003). *Greigite* pada umumnya dapat ditemukan dalam sedimen *lacustrine* dan *marine*.

6. *Goethite* ($\alpha-FeOOH$)

Mineral *goethite* memiliki struktur mineral heksanol dan bersifat antiferromagnetik. *Goethite* atau *iron oxyhydroxide* memiliki magnetisasi spontan dengan nilai jauh lebih kecil dari *magnetite* yaitu sekitar 2 kA/m dan temperatur *Curie* 120 °C (Evans dan Heller, 2003). Pada umumnya mineral *goethite* banyak ditemukan pada tanah dan sedimen.

D. Suseptibilitas Magnetik

Suseptibilitas magnetik adalah perbandingan kuat medan magnet induksi dalam sampel dengan medan magnet luar yang diberikan (Gunawan, 2011). Suseptibilitas magnetik salah satu parameter magnetik yang merupakan ukuran mudah atau tidaknya suatu bahan untuk termagnetisasi jika bahan tersebut dikenakan medan magnetik luar. Jika intensitas medan magnet luar diberikan pada suatu bahan, maka bahan tersebut

akan memberikan respon yang disebut dengan magnetisasi. Jika magnetisasi (\vec{M}) yang diperoleh suatu bahan sejajar dan sebanding dengan medan magnet luar (\vec{H}), konstanta kesebandingannya merupakan suseptibilitas magnetik persatuan massa (χ) dan dihubungkan melalui Persamaan 1.

$$\vec{M} = \chi \cdot \vec{H} \quad (1)$$

Nilai χ merupakan parameter dasar yang digunakan pada metode kemagnetan batuan. Nilai suseptibilitas magnetik pada batuan semakin besar, jika pada batuan tersebut ditemukan banyak mineral magnetik. Karakteristik dan kandungan mineral batuan adalah faktor yang mempengaruhi harga suseptibilitas suatu bahan (Telford et al, 1990). Suseptibilitas magnetik pada dasarnya bergantung dari konsentrasi mineral magnetik, komposisi mineral magnetik, ukuran dan bentuk bulir (*grain*), serta domain (Dearing, 1999). Nilai suseptibilitas magnetik dapat menentukan sifat kemagnetan dan jenis mineral magnetik yang terkandung di dalam bahan, dalam satuan internasional (SI), \vec{M} dan \vec{H} mempunyai satuan A/m sehingga χ merupakan besaran yang tidak berdimensi. Persamaan (1) menunjukkan bahwa untuk \vec{M} dan \vec{H} yang sejajar dan sebanding, suseptibilitas magnetik merupakan suatu besaran skalar (Dearing, 1999).

Pengukuran suseptibilitas magnetik dapat dilakukan hampir pada setiap bahan. Suseptibilitas magnetik yang diukur pada suatu rentang medan magnetik tertentu akan memberikan hubungan magnetisasi dengan medan tersebut. Hubungan ini dapat memberikan hubungan yang linear atau tidak linear bergantung pada besar medan magnetik yang digunakan. Suseptibilitas magnetik yang diukur menggunakan *susceptibility meter* merupakan suseptibilitas magnetik ekstrinsik atau suseptibilitas

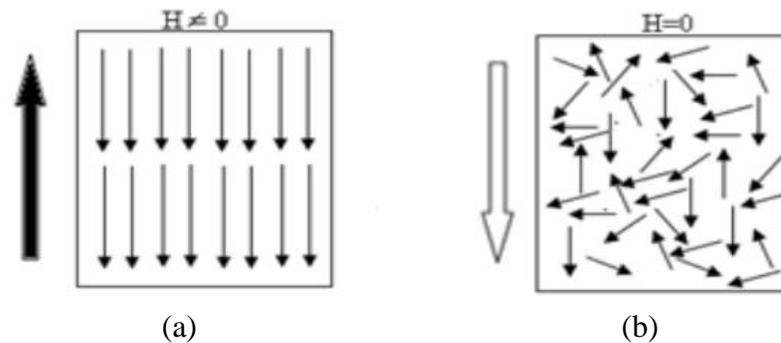
magnetik semu (*apparent magnetic susceptibility*) dan bukan suseptibilitas intrinsik. Perbedaan antara suseptibilitas magnetik ekstrinsik dan intrinsik disebabkan oleh adanya pengaruh *self-demagnetization* pada bahan. Kandungan mineral pada suatu bahan mempengaruhi nilai suseptibilitasnya. Perbedaan suseptibilitas magnetik dalam perbedaan frekuensi dikenal dengan parameter *frequency dependent susceptibility* χ_{FD} . χ_{FD} dapat dipresentasikan sebagai suseptibilitas magnetik per satuan massa (χ_{FD}), dimana :

$$\chi_{FD}(\%) = ((\chi_{LF} - \chi_{HF})/\chi_{LF}) \times 100\% \quad (2)$$

dengan χ_{LF} dan χ_{HF} merupakan suseptibilitas persatuan massa masing-masing pada frekuensi rendah dan frekuensi tinggi (Dearing, 1996). Berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik, material dibedakan menjadi:

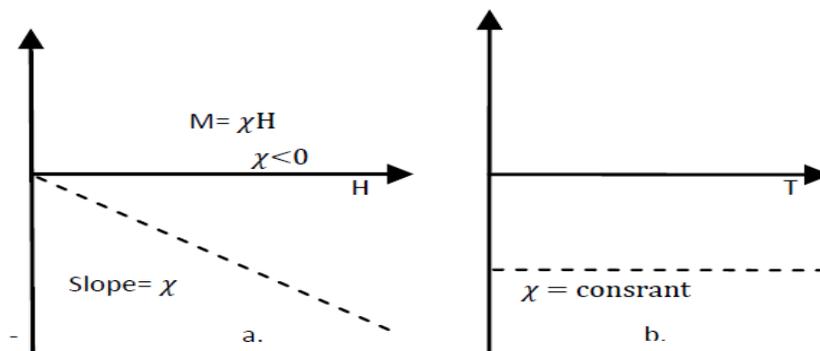
1. Diamagnetik

Diamagnetik merupakan mineral alam yang tidak mempunyai momen magnetik, sehingga kemagnetannya sangat lemah. Atom-atom bahan diamagnetik mempunyai kulit elektron terisi penuh. Setiap elektron berpasangan dan mempunyai spin yang berlawanan dalam tiap pasangan, sehingga tidak mempunyai momen magnet. Jika ada medan magnet dari luar yang menginduksi bahan itu, maka elektron tersebut akan berputar dan menghasilkan medan magnet lemah yang melawan medan penginduksinya seperti yang disebutkan dalam Hukum Lenz. Oleh karena itu, bahan diamagnetik mempunyai suseptibilitas negatif dan tidak bergantung pada medan H . Perhatikan Gambar 2 untuk melihat bentuk magnetisasi bahan diamagnetik.



Gambar 2. Bentuk Magnetisasi Bahan Diamagnetik a) Bahan Magnetik diberikan Medan Luar ($H \neq 0$), b) Bahan Magnetik Sebelum dikenakan Medan Luar ($H = 0$) (Jiles dalam Akbar, 2016).

Gambar 2 menunjukkan bahwa sebelum bahan magnetik dikenakan medan luar ($H=0$), arah momen magnetiknya bersifat acak. Jika bahan magnetik tersebut diberikan medan luar ($H \neq 0$), yang ditandai dengan tanda panah berwarna hitam maka arah momen magnetiknya (panah putih) melawan arah medan luar yang diberikan. Tetapi setelah medan luar dihilangkan maka momen magnetiknya akan kembali acak. Perhatikan Gambar 3 untuk melihat grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet (H) yang diberikan.

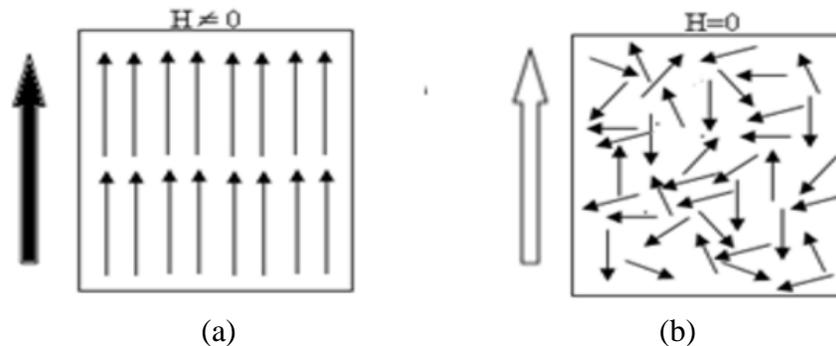


Gambar 3. a) Grafik Magnetisasi (M) terhadap Medan Magnet (H) yang diberikan dan $\chi < 0$, b) Suseptibilitas (χ) tidak tergantung pada temperatur (T) untuk bahan diamagnetik (Hunt, 1991).

Gambar 3 menunjukkan nilai suseptibilitas pada bahan diamagnetik kecil dan bernilai negatif, yaitu sekitar -1×10^{-5} dalam satuan internasional (SI) (Jiles, 1991). Temperatur konstan dan medan magnet yang lemah, nilai suseptibilitas akan bernilai konstan. Kondisi ini disebut keadaan linear, yaitu H berbanding lurus terhadap M . Bahan diamagnetik seperti bismuth, gipsum, marmer, kuarsa dan garam.

2. Paramagnetik

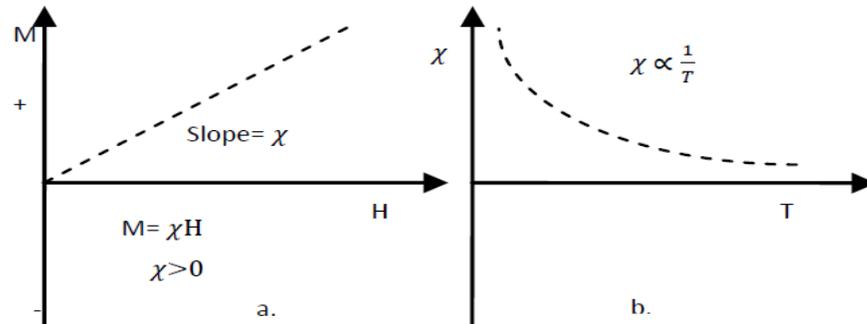
Paramagnetik terdapat dalam suatu bahan yang memiliki kulit elektron terluar yang belum penuh yakni ada elektron yang spinnya tidak berpasangan, sehingga jika terdapat medan luar, spin tersebut akan berputar dan menghasilkan medan magnet yang mengarah searah medan magnet luar. Perhatikan Gambar 4 untuk melihat bentuk magnetisasi pada bahan paramagnetik.



Gambar 4. Bentuk Magnetisasi pada Bahan Paramagnetik a) Saat Bahan Paramagnetik dikenakan Medan Luar ($H \neq 0$), b) Saat Medan Luar dihilangkan ($H = 0$) (Jiles dalam Akbar, 2016).

Gambar 4 menunjukkan bahwa pada saat bahan paramagnetik dikenakan medan luar ($H \neq 0$), ditandai dengan tanda panah berwarna hitam, arah momen magnetiknya searah dengan arah medan luar. Saat medan luar dihilangkan ($H = 0$), maka momen

magnetiknya akan kembali acak. Perhatikan Gambar 5 untuk melihat grafik magnetisasi (M) terhadap medan magnet :

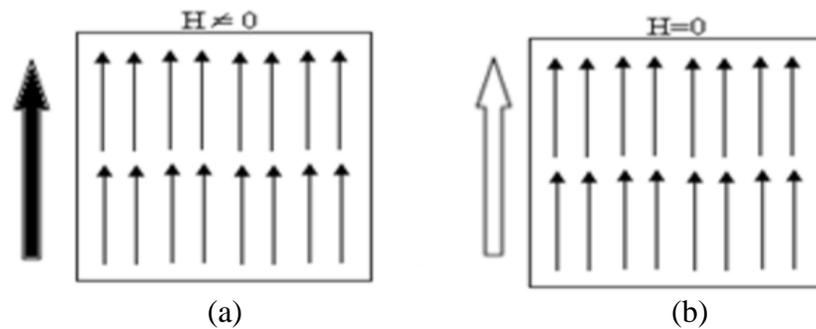


Gambar 5. a) Grafik magnetisasi (M) terhadap Medan Magnet (H) yang diberikan dan $\chi > 0$., b) Suseptibilitas (χ) Tergantung pada Temperatur (T) untuk Bahan Paramagnetik (Hunt, 1991).

Gambar 5 menunjukkan nilai suseptibilitas pada bahan paramagnetik bernilai positif dan sangat kecil yaitu berkisar antara 1×10^{-5} dan 1×10^{-3} (SI). Seperti halnya mineral diamagnetik, suseptibilitas magnetik pada mineral paramagnetik konstan pada temperatur konstan dan pada medan induksi yang rendah, sehingga pada temperatur tertentu dan di dalam medan magnet yang rendah, M berbanding lurus terhadap H . Contoh bahan paramagnetik adalah piroksen, olivin, garnet, amfibolit dan biotit.

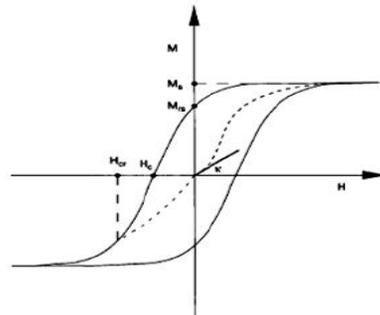
3. Ferromagnetik

Pada bahan ferromagnetik terdapat banyak kulit elektron yang hanya diisi oleh satu elektron sehingga mudah terinduksi oleh medan luar. Perhatikan Gambar 6 untuk melihat bentuk magnetisasi pada bahan ferromagnetik.



Gambar 6. Bentuk Magnetisasi pada Bahan Ferromagnetik a) Saat Bahan Ferromagnetik dikenakan Medan Luar ($H \neq 0$), b) Saat Medan Luar dihilangkan ($H=0$) (Jiles dalam Akbar, 2016).

Gambar 6 menunjukkan bahwa pada saat bahan ferromagnetik dikenakan medan luar ($H \neq 0$), ditandai dengan tanda panah berwarna hitam, arah momen magnetiknya searah dengan arah medan luar. Saat medan luar dihilangkan ($H=0$), maka arah momen magnetiknya tetap sejajar dengan medan luar dan bahan ferromagnetik termagnetisasi dengan baik, sehingga bahan ferromagnetik menjadi sangat kuat. Perhatikan Gambar 7 untuk melihat kurva histerisisnya.



Gambar 7. Kurva Histerisis untuk Bahan Ferromagnetik (Jiles, 1991).

Gambar 7 memperlihatkan apabila sebuah bahan diberikan medan magnet, maka akan di peroleh magnetisasi saturasi (M_s) yaitu magnetisasi konstan walaupun medan magnet ditambahkan terus menerus, sedangkan jika medan magnet dikurangi hingga mencapai nol, didapatkan bahwa magnetisasinya berada pada saturasi remanen (M) dan

tidak kembali ke nol. Jika diberikan medan magnet pada arah yang berlawanan, maka pada titik tertentu diperoleh induksi magnetiknya menjadi nol. Medan pada titik ini disebut koersivitas (H_c) yaitu gaya yang dimiliki oleh bulir-bulir mineral yang terdapat di dalam bahan untuk mempertahankan momen-momen magnetiknya dari pengaruh medan luar. Karakteristik yang lain adalah koersivitas remanen (H_oR) yang terjadi jika medan diberikan dan kemudian dihilangkan sehingga saturasi remanen akan berkurang menjadi nol.

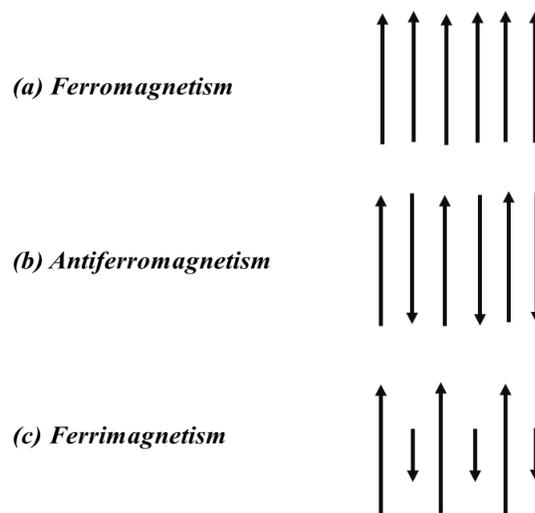
Suseptibilitas bahan ferromagnetik sangat besar, berbeda dengan nilai suseptibilitas pada bahan diamagnetik dan paramagnetik. Oleh karena itu, ferromagnetik dicirikan dengan bahan yang memiliki nilai suseptibilitas tinggi. Tidak seperti bahan diamagnetik dan paramagnetik, bahan ferromagnetik tidak memiliki nilai suseptibilitas yang konstan, tetapi besar nilai suseptibilitasnya bervariasi sesuai dengan medan magnet yang mempengaruhinya. Ferromagnetik dibagi menjadi dua bagian yaitu :

a. Antiferromagnetik

Bahan antiferromagnetik memiliki sub-domain paralel dan antiparalel namun, momen magnetiknya identik dengan nilai magnetisasi spontan nol (Oldfield, 1986). Bahan antiferromagnetik, yaitu bahan yang mempunyai suseptibilitas positif yang kecil pada segala suhu dengan perubahan suseptibilitas bergantung suhu karena keadaan khusus. Pada umumnya, keteraturan antiferromagnetik berada pada suhu yang cukup rendah kemudian menghilang di atas suhu tertentu. Suhu *Neel* adalah suhu yang menandai perubahan sifat magnet dari antiferromagnetik ke paramagnetik.

b. Ferrimagnetik

Berdasarkan sifat bahan magnetik diamagnetik, paramagnetik dan ferromagnetik, ferrimagnetik sangat mirip dengan ferromagnetik dan sangat sulit membedakan antara kedua sifat tersebut bahkan dengan menggunakan teknik pengukuran magnetik. Bahan ferrimagnetik membawa remanen magnetik di bawah suhu kritis, yang disebut suhu *Curie* atau *Neel*, dan seperti ferromagnetik akan bersifat paramagnetik di atas suhu ini (Oldfield, 1986). Perhatikan Gambar 8 untuk melihat perbedaan struktur momen magnetik dari ferromagnetik, antiferromagnetik dan ferrimagnetik.



Gambar 8. Perbedaan Struktur Momen Magnetik dari a) Ferromagnetik., b) Antiferromagnetik dan., c) Ferrimagnetik (David J. Dunlop, 1997).

Gambar 8 menunjukkan perbedaan momen magnetik pada bahan ferromagnetik, antiferromagnetik dan ferrimagnetik. Bahan ferrimagnetik memiliki nilai suseptibilitas tinggi tetapi lebih rendah dari bahan ferromagnetik. Beberapa contoh dari bahan

ferimagnetik yaitu *ferriete* dan *magnetite*. Sifat kemagnetan dan jenis mineral dari suatu batuan dapat dilihat berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik, dimana hubungan nilai suseptibilitas magnetik dengan sifat kemagnetan dan jenis mineral magnetik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Suseptibilitas Magnetik Berbagai Mineral.

Mineral Magnetik			
Tipe Mineral	Sifat Kemagnetan	Suseptibilitas Magnetik	
		Volume (x 10 ⁻⁶ SI)	Massa (x 10 ⁻⁸ m ³ /kg)
<i>Magnetite</i> (Fe ₃ O ₄)	Ferrimagnetik	1.000.000 - 5.700.000	20.000 - 110.000
<i>Hematite</i> (αFe ₂ O ₃)	Antiferromagnetik	500 - 40.000	0 - 760
<i>Maghemite</i> (γFe ₂ O ₃)	Ferrimagnetik	2.000.000 - 2.500.000	40.000 - 50.000
<i>Ilmenite</i> (FeTiO ₃)	Antiferromagnetik	2.200 - 3.800.000	46 - 80.000
<i>Pyrite</i> (FeS ₂)	Ferrimagnetik	35 - 5.000	1 - 100
<i>Pyrrhotite</i> (Fe ₇ S ₈)	Ferrimagnetik	3.200.000	69.000
<i>Goethite</i> (αFeOOH)	Antiferromagnetik	1.100 - 12.000	26 - 280
Mineral Non Magnetik			
Kuarsa (SiO ₂)	Diamagnetik	13 - 17	0,5 - 0,6
Kalsit (CaCO ₃)	Diamagnetik	7,5 - 39	0,3 - 1,4
<i>Halite</i> (NaCl)	Diamagnetik	10 - 16	0,48 - 0,75
<i>Galena</i> (PbS)	Diamagnetik	33	0,44

(Sumber: Hunt, 1995).

Tabel 1 merupakan tabel sifat kemagnetan dan jenis mineral magnetik yang dilihat berdasarkan nilai suseptibilitas magnetik. Berdasarkan rentang dari nilai suseptibilitas tersebut dapat diketahui sifat kemagnetan dan jenis mineral magnetik yang terkandung pada bahan. Suseptibilitas magnetik secara umum mencerminkan karakteristik dan intensitas dari respon bahan saat dikenakan medan magnetik dari luar. Ditinjau dari medan magnetik luar yang dikenakan pada bahan, suseptibilitas magnetik

dapat diukur dengan menggunakan medan searah ataupun medan bolak-balik. Pada pengukuran dengan medan searah, magnetisasi yang dihasilkan konstan selama waktu pengukuran. Suseptibilitas magnetik pada dasarnya bergantung dari konsentrasi mineral magnetik, komposisi mineral magnetik, ukuran dan bentuk bulir (*grain*), serta domain (Dearing, 1999).

Bulir ferrimagnetik dibagi menjadi beberapa region atau daerah, yang dikenal dengan sebutan domain. Berdasarkan ukuran bulirnya, sifat magnetik bahan dibagi menjadi beberapa kategori, yaitu Ukuran kristal $> 110 \mu\text{m}$ memiliki jenis domain, yang disebut multidomain (MD). Ukuran kristal $< 0,2 \mu\text{m}$ hanya membentuk satu domain yang disebut dengan single domain (SD). Sedangkan ukuran kristal dengan interval $0,2 - 110 \mu\text{m}$ memiliki jenis domain, yang disebut pseudo-single domain (PSD) dan superparamagnetik (SP). Bulir SP mempunyai ukuran sangat halus yaitu kurang dari $0,03 \mu\text{m}$ (Dearing, 1999) serta tidak dapat merekam magnetisasi remanen jika medan magnetik dikenakan sebelum mangannya kemudian dihilangkan, seperti halnya bahan paramagnetik. Namun demikian, jika dikenakan pada medan magnetik luar, bulir SP menunjukkan magnetisasi yang sangat tinggi, yang terkait dengan suseptibilitas magnetik yang tinggi pula. Perubahan perbandingan bulir SP diantara bulir yang lain pada batuan, tanah, ataupun sedimen diduga merupakan gambaran dari perubahan yang terjadi pada lingkungan.

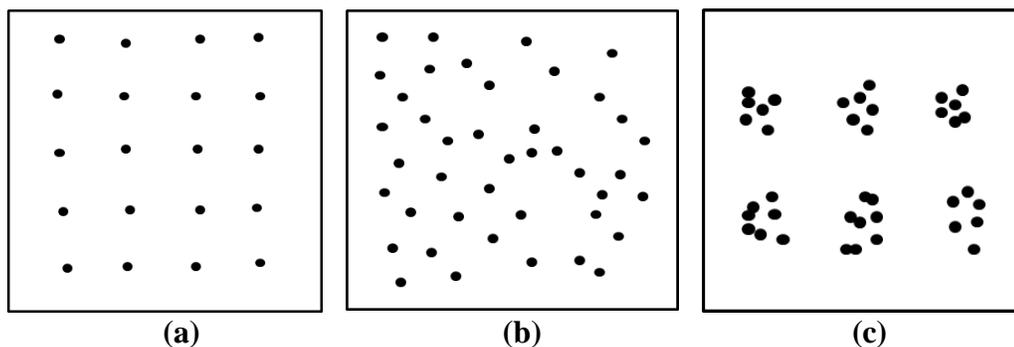
E. Pola Distribusi

1. Pengertian Pola Distribusi

Pola adalah bentuk yang memiliki keteraturan baik dalam desain maupun dari suatu gagasan. Unsur pembentuk pola disusun secara berulang dalam aturan tertentu.

Pola juga dapat diartikan sebagai bentuk atau model yang bisa digunakan untuk membuat dan menghasilkan bagian tertentu dari suatu objek. Pola tersebut memberikan keterangan serta penjelasan mengenai suatu bentuk seperti bentuk sebaran. Pola distribusi adalah bentuk rangkaian yang memberikan gambaran mengenai proses sebaran suatu gejala. Pola distribusi dapat berbentuk acak, teratur, dan mengelompok sesuai dengan kondisi atau tertentu. Pola distribusi juga merupakan suatu rangkaian yang sudah menetap pada suatu gejala itu sendiri. Keragaman tak terbatas dari pola penyebaran demikian terjadi dalam industri (Bintaro dan Hadisumarno. 1979).

Ada tiga macam jenis pola distribusi yaitu pola distribusi seragam, pola distribusi mengelompok, dan pola distribusi acak. Pola distribusi seragam dan mengelompok akan lebih mudah berkembang dibandingkan dengan pola distribusi acak, karena pada pola distribusi yang berkelompok dapat mempermudah para pelaku industri dalam melakukan aktivitas industri serta membantu pemerintah daerah dalam menyusun perencanaan dan pengembangan (Bintaro dan Hadisumarno. 1979). Jenis- jenis dari pola distribusi tersebut dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Bentuk Pola Distribusi a) Pola Distribusi Bentuk Seragam., b) Pola Distribusi Acak., c) Pola Distribusi Berkelompok.

Gambar 9 merupakan bentuk gambaran dari jenis pola distribusi, dimana Gambar 9(a) merupakan pola distribusi seragam, dimana pola distribusi jenis ini terjadi jika antara satu lokasi dengan lokasi lainnya relatif sama. Gambar 9(b) merupakan pola distribusi acak, dimana pola distribusi acak terjadi jika jarak antara lokasi satu dengan lokasi yang lainnya tidak teratur. Gambar 9(c) merupakan pola distribusi mengelompok terjadi jika antara lokasi satu dengan lokasi lainnya berdekatan dan cenderung mengelompok pada tempat-tempat tertentu. Pola distribusi ini dijadikan sebagai bentuk atau rangkaian yang dapat menggambarkan atau mendeskripsikan mengenai suatu proses sebaran sedimen.

2. Pola Distribusi Sedimen

Muara merupakan lingkungan pengendapan yang cukup baik bagi butiran magnetit, dimana selain terkait oleh arus seperti yang telah dibahas sebelumnya, persentase magnetit yang cukup tinggi turut mengonfirmasi hal tersebut. Arus yang lemah di kawasan muara memungkinkan terjadinya pengendapan bagi butiran magnetit yang memiliki massa jenis tinggi. Secara umum pantai memiliki kandungan magnetit yang lebih rendah dibandingkan muara. Penelusuran lebih lanjut menemukan fakta bahwa kandungan magnetit pada pantai lebih banyak tersebar dalam fraksi halus ($<0,5$ mm). Interaksi antara muara dan laut memungkinkan butiran magnetit ikut ditransportasikan menuju kawasan pantai yaitu melalui proses *runoff* sungai ataupun saat terjadinya pergerakan arus pasang-surut. Proses penyebaran spasial dan pencampuran dengan mineral lain saat butiran magnetit memasuki lingkungan pantai turut mendorong persentase magnetit menjadi lebih rendah. Kandungan besi (Fe) atau

magnetit paling banyak terdapat di daerah muara dan aliran sungai serta tersebar hampir merata di sepanjang pantai dalam jumlah yang lebih sedikit (Purnawan, 2018).

F. Interpolasi Data

Interpolasi adalah suatu cara untuk mencari nilai di antara beberapa titik data yang telah diketahui. Interpolasi dapat memperkirakan suatu fungsi, yang mana fungsi tersebut tidak terdefinisi dengan suatu formula, tetapi didefinisikan hanya dengan data-data atau tabel, misalnya tabel dari hasil percobaan. Interpolasi juga dapat diaplikasikan untuk pengolahan citra digital, pembuatan kontur dll. Ada berbagai macam interpolasi berdasarkan fungsinya salah satunya yaitu interpolasi polynomial, dimana fungsi polynomial untuk menginterpolasikan $f(x)$ pada titik-titik yang diberikan.

Prosedur komputasi yang digunakan dalam perangkat lunak komputasi untuk mengevaluasi sebuah fungsi seperti $\sin(x)$ $\cos(x)$ atau e^x yang melibatkan pendekatan polinomial (Mathlews, 1999). Metode state-of-the-art menggunakan fungsi rasional (yang merupakan hasil bagi polinomial), teori pendekatan polinomial cocok untuk analisis data numerik. Jika diberikan $n+1$ titik pada bidang (titik yang tidak sejajar secara vertical maupun horizontal), maka polinomial kolokasi merupakan polinomial unik dimana derajat $\leq n$ yang dapat melewati titik-titik tersebut. Dalam kasus dimana data yang diketahui dengan tingkat presisi yang tinggi, terkadang polinomial kolokasi dapat digunakan untuk menemukan polinomial yang melewati titik data yang diberikan. Polinomial digunakan untuk merancang algoritme perangkat lunak untuk

memperkirakan sebuah fungsi untuk diferensiasi numerik, inetgrasi numerik dan untuk membuat kurva gambar pada komputer yang melewati titik tertentu (Mathlews, 1999).

Interpolasi adalah estimasi variabel dilokasi yang tidak terukur dari nilai yang diamati dilokasi sekitarnya. Menurut Budiyanto (2005), interpolasi adalah mengisi kekosongan data dalam metode-metode tertentu dari suatu kumpulan data untuk menghasilkan sebaran yang kontinyu. Untuk melakukan proses interpolasi ada beberapa metode yang dapat dilakukan salah satunya merupakan metode kriging. Metode kriging ini menghasilkan peta yang menarik secara visual dari data yang tidak teratur. Surfer adalah salah satu perangkat lunak yang menyediakan metode interpolasi kriging yang sering digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi. Perangkat lunak surfer ini melakukan plotting data tabular X, Y, Z, yang tidak beraturan menjadi titik-titik segi empat beraturan.

1. Metode *Kriging*

Kriging adalah interpolator geostatistik yang paling sering digunakan pada berbagai ilmu. *Kriging* dapat menghubungkan titik-titik bernilai ekstrim tanpa mengisolasinya. *Kriging* pada perangkat lunak *Surfer* dapat difungsikan sebagai interpolator yang eksak atau sebagai penghalus, bergantung pada parameter yang digunakan. Keunggulan *Kriging* dibandingkan teknik konturisasi lainnya adalah kemampuannya untuk mengkuantifikasi variansi dari nilai yang diestimasi sehingga tingkat presisi dari hasil estimasi dapat diketahui.

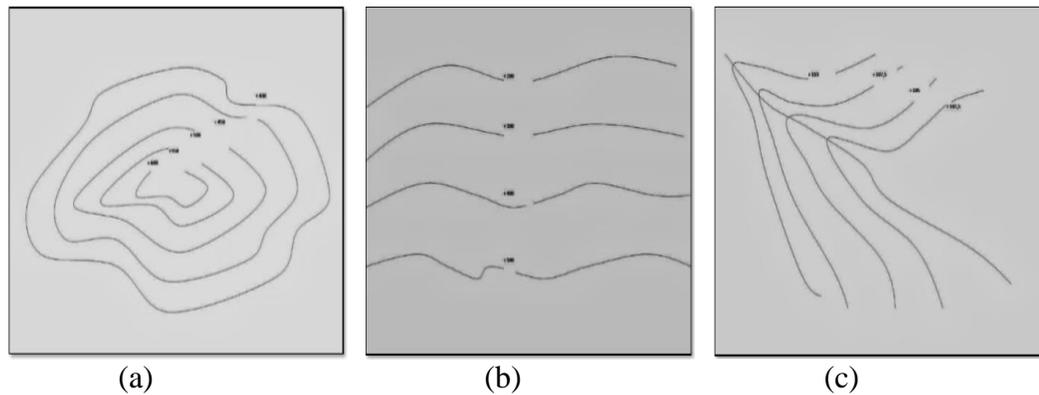
Metode *Kriging* tetap dapat digunakan meskipun tidak ditemukan korelasi spasial antar data. Pada pengamatan yang saling bebas, proses estimasi *Kriging* akan mirip dengan estimasi menggunakan analisa regresi kuadrat terkecil. *Kriging*

mengasumsikan data menyebar normal sementara kebanyakan data lapangan tidak memenuhi kondisi tersebut. Selain itu, semi variogram yang dihitung untuk suatu himpunan data tidak berlaku untuk himpunan data lainnya. Dengan demikian estimasi semi variogram akan sulit bila titik sampel yang digunakan tidak mencukupi (Siregar, 2009).

G. Peta Kontur Menggunakan *Surfer*

Peta adalah gambaran bumi yang diproyeksikan pada bidang datar yang dilengkapi dengan skala. Peta (*map*) berasal dari bahasa Yunani “*mappa*” yang artinya taplak atau kain penutup meja. Peta merupakan wahana bagi penyimpanan dan penyajian data kondisi lingkungan. Peta berguna sebagai sumber informasi bagi para perencana dan pengambilan keputusan pada tahapan tingkatan pembangunan Badan Koordinasi dan Pemetaan Nasional (Bakosurtanal, 2005).

Peta kontur adalah suatu peta yang didalamnya terdapat garis-garis kontur yang menghubungkan tempat atau bagian yang memiliki nilai atau variabel yang sama. Peta kontur dilengkapi dengan interval kontur dan garis kontur yang diberi label sesuai dengan nilai atau variabel yang sama. Garis kontur adalah garis khayal yang menghubungkan titik dengan nilai atau variabel yang sama. Garis kontur ini merupakan ciri khas yang dapat membedakan peta topografi dengan peta lainnya dan digunakan untuk penggambaran secara relief pada permukaan bumi yang dipetakan. Salah satu contoh garis kontur berdasarkan variabel ketinggian dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Beberapa Macam Pola Garis Kontur Berdasarkan Variabel Ketinggian a) Sekitar Bukit., b) Daerah yang Datar., c) Daerah Sungai (Solekhan, 2016).

Gambar 10(a) adalah garis kontur berbentuk seperti melingkar yang menunjukkan bahwa daerah tersebut berada pada daerah perbukitan. Gambar 10(b) merupakan pola garis kontur berbentuk seperti garis lurus, menunjukkan bahwa daerah tersebut adalah datar. Gambar 10(c) merupakan pola garis kontur yang berada pada daerah sungai, hal ini ditunjukkan garis-garis tersebut mengikuti aliran sungai. Dalam hal ini, kontur yang akan dilihat berdasarkan variabel nilai suseptibilitas magnetik dari pasir besi, dimana untuk setiap titik pada garis kontur yang sama mempunyai nilai suseptibilitas magnetik yang sama. Beberapa jumlah garis kontur tersebut membentuk pola yang dapat menggambarkan keadaan atau sebaran suatu nilai atau variabel.

Peta kontur ini berbasis pada *software Surfer*, dimana *Surfer* adalah salah satu perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi didasarkan pada grid. Grid merupakan serangkaian garis vertikal dan horizontal yang terdapat pada *Surfer* berbentuk segi empat yang digunakan sebagai dasar pembentukan peta kontur maupun *surface* tiga dimensi. *Surfer* dapat mengetahui zona terekstrim pada peta kontinu (Nugroho, 2010).

1. Sifat-sifat garis kontur

Garis kontur pada prinsipnya adalah suatu perwujudan dari perpotongan antara suatu benda dengan suatu bidang datar, yang dilihat dari atas. Maka Garis kontur mempunyai sifat sebagai berikut :

- a. Garis kontur tidak pernah saling berpotongan, kecuali dalam keadaan ekstrim seperti tebing yang menggantung.
- b. Garis kontur akan merenggang kalau topografi landau dan merapat kalau curam.
- c. Garis kontur tidak akan bertemu atau menyambung dengan garis kontur yang bernilai lain.
- d. Pada lembah garis kontur akan meruncing kearah hulu.

2. Penentuan besarnya kontur-kontur

Besarnya interval kontur ditentukan oleh :

- a. Skala peta, makin besar skala peta, interval konturnya makin kecil.
- b. Variasi relief, makin besar variasi relief, makin kecil intervalnya.

Interval kontur semakin kecil mengakibatkan makin banyak detail yang diperlihatkan. Dalam pemilihan besarnya interval kontur harus disesuaikan dengan kebutuhan data yang dikeluarkan. Interval kontur biasanya diambil sebesar $1/2000$ dari skala peta. Misalnya peta yang berskala 1 : 25.000 akan mempunyai interval kontur sebesar 12,5 m.

3. Interval kontur

Dalam penarikan antara kontur yang satu dengan kontur yang lain didasarkan pada besarnya perbedaan ketinggian antara kedua buah kontur yang berdekatan dan perbedaan ketinggian tersebut disebut dengan, "Interval Kontur" (*Contour interval*).

Interval kontur adalah jarak tegak antara dua garis kontur yang berdekatan. Jadi juga merupakan jarak antara dua bidang mendatar yang berdekatan. Pada suatu peta topografi interval kontur dibuat sama, berbanding terbalik dengan skala peta. Semakin besar skala peta, jadi semakin banyak informasi yang tersajikan, interval kontur semakin kecil (Solekhan, 2016). Rumus untuk menentukan interval kontur pada suatu peta kontur dapat dilihat pada Rumus (3).

$$\text{Interval kontur} = \frac{1}{2000} \times \text{skala peta} \quad (3)$$

Tabel 2. Interval dan indeks kontur.

Skala Peta	Interval Kontur	Indeks Kontur
1 : 10.000	5 meter	25 meter
1 : 25.000	12,5 meter	50 meter
1: 50.000	25 meter	100 meter
1 : 100.000	50 meter	200 meter
1 : 250.000	100 meter	500 meter

(Sumber: Solekhan, 2016)

Kontur digambarkan dengan interval vertikal yang reguler. Interval kontur adalah jarak vertikal antara 2 garis ketinggian yang ditentukan berdasarkan skalanya. Besarnya interval kontur sesuai dengan skala peta dan keadaan di muka bumi. Interval kontur selalu dinyatakan secara jelas di bagian bawah tengah di atas skala grafis. Dengan demikian kontur yang dibuat antara kontur yang satu dengan yang lain yang berdekatan selisihnya 2,5 m.

Penarikan kontur dilakukan dengan cara perkiraan (interpolasi) antara besarnya nilai titik-titik ketinggian yang ada dengan besarnya nilai kontur yang ditarik, artinya antara dua titik ketinggian dapat dilewati beberapa kontur, tetapi dapat juga tidak ada

kontur yang melewati dua titik ketinggian atau lebih. Semakin besar perbedaan angka ketinggian antara dua buah titik tersebut, maka semakin banyak dan rapat kontur yang memalau titik tersebut, yang berarti daerah tersebut memiliki daerah yang lerengnya terjal, sebaliknya semakin kecil perbedaan angka ketinggian antara dua buah titik tersebut, maka semakin sedikit dan jarang kontur yang ada maka daerah tersebut lerengnya landai atau datar.

Surfer merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan peta kontur dan pemodelan tiga dimensi berdasarkan pada grid. Contoh peta hasil *Surfer* adalah peta topografi, peta anomali magnet, peta anomali *gravity*, peta batimetri, peta *true resistivity*, dan lain-lain. *Surfer* melakukan plot data XYZ menjadi lembar titik-titik segi empat (grid). Grid adalah serangkaian garis vertikal dan horizontal yang dalam *Surfer* berbentuk segi empat dan digunakan sebagai dasar pembentuk kontur dan *surface* tiga dimensi. Garis vertikal dan horizontal ini memiliki titik-titik perpotongan. *Gridding* adalah proses pembentukan rangkaian nilai Z yang teratur dari data XYZ. Hasil dari proses *gridding* ini adalah file grid yang tersimpan pada *file .grd* (Azizah, 2012).

Surfer memberikan kemudahan dalam pembuatan berbagai macam peta kontur atau model spasial 3 Dimensi. Lembar kerja *Surfer* terdiri dari tiga bagian, yaitu *surface plot*, *worksheet*, *editor*. *Surface plot* adalah lembar kerja yang digunakan untuk membuat peta atau *file grid*. Pada saat awal dibuka, lembar kerja ini berada dalam kondisi yang masih kosong. Pada lembar plot peta dibentuk dan diolah untuk disajikan. Lembar plot digunakan untuk membentuk dan mengolah peta dalam dua dimensional seperti bentuk 3 dimensi. Lembar plot ini menyerupai lembar layout dimana pengguna melakukan pengaturan ukuran, teks, posisi obyek, garis, dan berbagai properti lainnya.

Pada lembar ini pula ukuran kertas kerja yang nanti akan digunakan sebagai media pencetakan peta diatur (Saleh, 2011).

H. Penelitian yang Relevan

Penelitian terkait dengan karakteristik mineral magnetik pasir besi, pemanfaatan pasir besi dan pemetaan nilai suseptibilitas magnetik dilakukan oleh peneliti sebelumnya dapat dilihat pada *roadmap* Gambar 11.



Gambar 11. Roadmap Penelitian Penelitian Pola Sebaran Nilai Suseptibilitas Magnetik Menggunakan Surfer 17.

Budiman (2015) mengkaji nilai suseptibilitas magnetik pasir besi sisa pendulang emas di Kabupaten Sijunjung Sumatera Barat, dimana nilai suseptibilitas diukur menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* dengan *MS2B dual Frequency* pada lima belas arah berbeda. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa nilai suseptibilitas magnetik berkisar antara $1,0294 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$ dan $1,1415 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$ dengan nilai rata-rata yaitu $1,1011 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$ dan nilai koefisien keragaman 4,7%.

Mudin (2016) telah melakukan estimasi sebaran suseptibilitas batuan permukaan menggunakan geostatistik di Kecamatan Lore Peore, dimana berdasarkan hasil estimasi menunjukkan nilai suseptibilitas magnetic batuan berada pada rentang $238,16 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $245,03 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kg}$. Logam magnetik di daerah penelitian diduga berada di tiga Desa daerah penelitian yaitu Desa Siliwanga, Desa Watutau dan Desa Betue yang ditandai dengan tingginya nilai suseptibilitas magnetik lempung yang didapatkan berkisar antara $238,16 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kg}$ hingga $245,03 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{kg}$.

Purnawan (2017) mengkaji Sebaran Pasir Besi Pada Permukaan Substrat Sungai Lengah, Aceh Besar, dimana penelitian membagi wilayah penelitian menjadi dua kawasan, yaitu daerah aliran sungai dan muara. Berdasarkan hasil didapatkan konsentrasi *magnetite* lebih tinggi pada daerah aliran sungai, dengan ukuran butiran yang lebih kasar. Kondisi tersebut menjelaskan bahwa sumber *magnetite* berasal dari daerah hulu Sungai Leungah dan terakumulasi hingga daerah muara dan pantai.

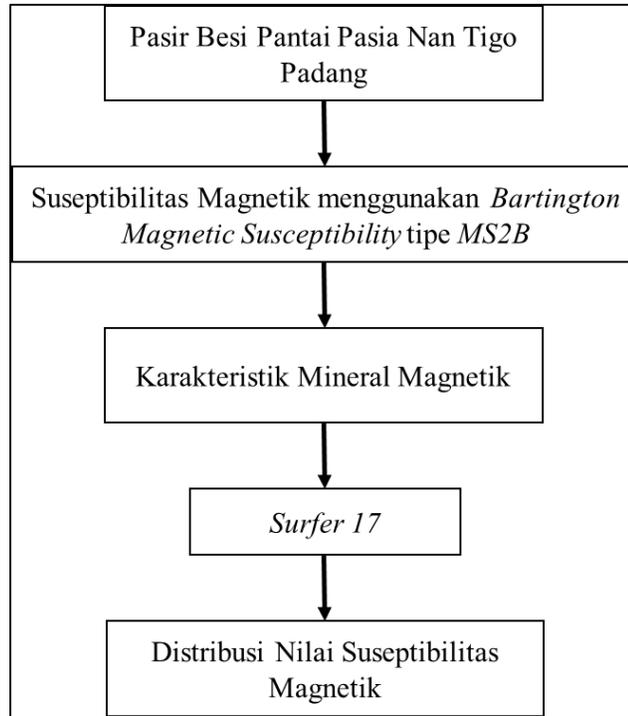
Togibasa (2018) mengkaji Sifat Magnetik Pasir Besi dari Muara Sungai Tor, Papua, dimana berdasarkan hasil penelitiannya didapatkan bahwa pasir besi dari Muara Sungai Tor memiliki nilai suseptibilitas magnetik spesifik massa tertinggi dengan rata-rata χ_{lf} yaitu $3.083 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$. Kemudian melakukan ekstraksi magnetik dan menganalisis sifat magnetik dan komposisi mineral, dimana nilai suseptibilitas mengalami peningkatan yaitu dengan rata-rata $27.496 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$.

Oktavia (2019) mengkaji mengenai Pemetaan Suseptibilitas Magnetik Endapan Tanah Sungai Sail Pekanbaru, dimana berdasarkan penelitiannya didapatkan pemetaan tingkat kemagnetan menunjukkan bahwa tingkat kemagnetan yang diperoleh semakin

tinggi dari hulu ke hilir nya. Hasil perhitungan nilai suseptibilitas magnetik endapan tanah sungai Sail Pekanbaru berkisar antara $0,82 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{kg}$ sampai dengan $3,44 \times 10^{-8} \text{ m}^3 / \text{kg}$, berdasarkan nilai ini dapat diperkirakan bahwa partikel magnetik utama penyusun sampel di sungai Sail Pekanbaru adalah ilmenit. Hasil pemetaan nilai suseptibilitas magnetik dan suseptibilitas massa menunjukkan bahwa suseptibilitas magnetik di sungai Sail Pekanbaru dari hulu ke hilir nya semakin sedikit.

I. Kerangka Berfikir

Kerangka berfikir berisi variabel-variabel penelitian yang akan diteliti. Kerangka berfikir juga disebut alur pemikiran yang logis dalam membangun suatu pikiran yang menghasilkan sebuah kesimpulan berupa hipotetis. Kerangka berfikir pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. **Kerangka Berfikir Penelitian Distribusi Nilai Suseptibilitas Magnetik Menggunakan Surfer 17.**

Gambar 12 merupakan kerangka berfikir pada penelitian distribusi nilai suseptibilitas magnetik menggunakan *Surfer 17*. Pasir Besi diukur nilai suseptibilitas magnetiknya menggunakan *Bartington Magnetic Susceptibility Meter* tipe *MS2B* untuk melihat karakteristik mineral magnetik berupa konsentrasi mineral magnetik dari pasir besi. Nilai suseptibilitas magnetik tersebut kemudian diplot menggunakan aplikasi *Surfer 17* untuk didapatkan distribusi nilai suseptibilitas magnetik pasir besi pada permukaan di Pantai Pasia Nan Tigo.

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan rentang nilai suseptibilitas magnetik pasir besi pada Pasia Nan Tigo Padang yaitu berkisar antara $448,63 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ sampai $13.077 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{kg}$ dimana dari distribusi nilai suseptibilitas magnetik dapat dilihat bahwa di Muaro Anai warnanya merah yang menunjukkan bahwa Muaro Anai memiliki sebaran nilai suseptibilitas magnetik yang bernilai tinggi. Hal ini terjadi karena akibat proses transportasi dimana sampel yang memiliki nilai suseptibilitas bernilai tinggi juga mempunyai massa jenis tinggi. Akibatnya, mineral magnetik yang tinggi cenderung mengendap di bagian Muara Sungai dalam hal ini adalah Muaro Anai.

B. Saran

Pasir besi mengandung mineral magnetik yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Mineral magnetik yang terkandung pasir besi memiliki banyak kegunaan untuk berbagai industri. Agar dapat digunakan semaksimal mungkin perlu dilakukan kajian lebih dalam mengenai morfologi pasir besi menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*). Serta perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai asal pasir besi yang terdapat pada Pantai Pasia Nan Tigo Padang.