

*Skripsi Geofisika*

**APLIKASI METODE ERT DALAM EKSPLORASI NIKEL LATERIT  
UNTUK MENENTUKAN SEBARAN NILAI RESISTIVITAS  
PADA LAYER ORE DI AREA “DN”**

**DICKY NISTYA DWIANGGA**

**H061 17 1507**



**DEPARTEMEN GEOFISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

**HALAMAN JUDUL**

**APLIKASI METODE ERT DALAM EKSPLORASI NIKEL LATERIT  
UNTUK MENENTUKAN SEBARAN NILAI RESISTIVITAS  
PADA LAYER ORE DI AREA “DN”**

**SKRIPSI**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
Pada Departemen Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin*

**OLEH:**

**DICKY NISTYA DWIANGGA**

**H061 17 1507**

**DEPARTEMEN GEOFISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**APLIKASI METODE ERT DALAM EKSPLORASI NIKEL LATERIT  
UNTUK MENENTUKAN SEBARAN NILAI RESISTIVITAS  
PADA LAYER ORE DI AREA “DN”**

Disusun dan diajukan oleh

**DICKY NISTYA DWIANGGA**

**H061 17 1507**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Sarjana Studi Geofisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 17 Februari 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

**Pembimbing Utama**



**Dr. Ir. Muh. Altin Massinai, MT, Surv. IPM**  
NIP. 196406161989031006

**Pembimbing Pertama**



**Svansuddin, S.Si, MT**  
NIP. 197401152002121001

**Ketua Departemen**



**Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng**  
NIP. 196709291993031003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dicky Nistya Dwiangga

NIM : H061171507

Program Studi : Geofisika

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Aplikasi Metode ERT Dalam Eksplorasi Nikel Laterit Untuk Menentukan Sebaran Nilai Resistivitas Pada Layer Ore Di Area "DN" adalah karya ilmiah saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya ilmiah orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 17 Februari 2023

Makassar  
METERAI  
TEMPEL  
3C3AAKX218462702



Dicky Nistya Dwiangga

## ABSTRAK

Tahap eksplorasi di PT. Vale Indonesia Tbk. menggunakan metode ERT dan pengeboran (geokimia), namun pada prosesnya terdapat permasalahan tentang keterkaitan nilai resistivitas dengan layer ore pada profil nikel laterit. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk menentukan sebaran nilai resistivitas pada layer ore menggunakan metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT) konfigurasi *gradient* yang dikaitkan dengan data bor (geokimia). Pada penelitian ini dilakukan akuisisi sebanyak 14 lintasan berorientasi utara-selatan dan 9 lintasan berorientasi arah timur-barat. Data nilai resistivitas semu yang diperoleh dari lapangan kemudian dilakukan proses inversi menggunakan *software RES2DINV*. Penampang resistivitas 2D yang telah dikaitkan dengan data bor menggambarkan profil nikel laterit secara vertikal dari atas ke bawah yang terdiri dari tiga zona. Zona limonit dengan nilai resistivitas 50,93  $\Omega\text{m}$  – 958  $\Omega\text{m}$ . Zona saprolit dengan nilai resistivitas 1,74  $\Omega\text{m}$  – 305,41  $\Omega\text{m}$ . Zona *bedrock* dengan nilai resistivitas 7,30  $\Omega\text{m}$  – 583,38  $\Omega\text{m}$ . Penampang resistivitas yang telah dikaitkan dengan data bor digunakan untuk mengkategorikan ore layer yang memiliki kandungan Ni lebih dari 1,5% dengan ketebalan layer minimal 2 meter. Hasil dari penelitian ini diperoleh sebaran nilai resistivitas pada layer ore untuk tipe -1 memiliki nilai resistivitas 182,5  $\Omega\text{m}$  – 232,5  $\Omega\text{m}$  untuk *limonite ore* dan 3,8  $\Omega\text{m}$  – 267,5  $\Omega\text{m}$  untuk *saprolite ore* sedangkan untuk tipe -6 memiliki nilai resistivitas 79,59  $\Omega\text{m}$  – 348,02  $\Omega\text{m}$  untuk *limonite ore* dan 5,47  $\Omega\text{m}$  – 324,19  $\Omega\text{m}$  untuk *saprolite ore*.

**Kata Kunci:** Nikel Laterit, Ore, ERT, *Gradient*, Geokimia

## ABSTRACT

Exploration phase at PT. Vale Indonesia Tbk. used the ERT method and drilling for geochemistry, however in the process, there is still an issue regarding the linkages between resistivity value and the ore layer in the nickel laterite profile. Therefore this study was carried out to determine the distribution of resistivity values in the ore layer using the Electrical Resistivity Tomography (ERT) method, and gradient configuration associated with drilled data (geochemistry). In this research, 14 lines were acquired with a north-south orientation and 9 lines with an east-west orientation. The apparent resistivity value data obtained from the field was performed by an inversion process using the RES2DINV software. The 2D resistivity section that has been correlated with the drill data depicts a profile of nickel laterite vertically from top to bottom which consists of three zones. Limonite zone with a resistivity value of 50.93  $\Omega\text{m}$  – 958  $\Omega\text{m}$ . The saprolite zone has a resistivity value of 1.74  $\Omega\text{m}$  – 305.41  $\Omega\text{m}$ . Bedrock zone generates value of about 7.30  $\Omega\text{m}$  – 583.38  $\Omega\text{m}$ . The resistivity cross-section correlated with the drill data is used to categorize ore layers that conduct Ni content of more than 1.5% with a layer thickness of at least 2 meters. Results of this study obtained distribution of resistivity values in the ore layer for type -1 had a resistivity value of about 182.5  $\Omega\text{m}$  – 232.5  $\Omega\text{m}$  for limonite ore and 3.8  $\Omega\text{m}$  – 267.5  $\Omega\text{m}$  for saprolite ore while for type -6 has a resistivity value about 79.59  $\Omega\text{m}$  – 348.02  $\Omega\text{m}$  for limonite ore and 5.47  $\Omega\text{m}$  – 324.19  $\Omega\text{m}$  for saprolite ore.

**Keywords:** *Nickel Laterite, Ore, ERT, Gradient, Geochemistry*

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kepada **Allah Subhaanahu Wa Ta'ala**, karena atas berkah limpahan rahmat dan nikmat-Nya sehingga penulis dapat merampungkan Skripsi dengan judul **Aplikasi Metode ERT Dalam Eksplorasi Nikel Laterit Untuk Menentukan Sebaran Nilai Resistivitas Pada Layer Ore Di Area “DN”** yang merupakan suatu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Shalawat serta salam tak lupa penulis haturkan kepada **Nabiullah Muhammad Shallallahu ‘Alaihi Wasallam**, keluarga, para sahabat beliau dan pengikutnya yang senantiasa mengikuti sunnah beliau hingga akhir zaman.

Segala usaha dan upaya telah dilakukan penulis untuk menyelesaikan skripsi dengan sebaik mungkin, namun penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini tidak luput dari berbagai kekurangan karena keterbatasan kemampuan penulis. Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada kedua orang tua tercinta Ayahanda **Muh. Ilyas, ST** dan Ibunda **Margini** yang senantiasa mendoakan, mendukung dan memberikan dorongan, semangat, cinta dan kasih sayang kepada penulis hingga menjadi seperti sekarang ini. Tak lupa penulis berterima kasih kepada **Firdha Nistya Setyanti, Rifki Nistya Setiawan**

dan **Aninditia Nistya Pandita** saudara kakak dan adik yang selalu memberikan motivasi dan selalu membuat penulis berusaha menjadi yang terbaik.

Dalam penulisan skripsi ini penulis ingin menyampaikan penghormatan dan rasa terima kasih yang tulus serta penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda **Dr. Eng. Amiruddin, M.Si** selaku Dekan FMIPA Unhas sekaligus orang tua kami di kampus yang telah membimbing dalam masalah akademik maupun organisasi.
2. Bapak **Dr. Muh. Alimuddin Hamzah, M.Eng** selaku Ketua Departemen Geofisika FMIPA Unhas, seluruh staf dan dosen pengajar serta pegawai Departemen Geofisika FMIPA Unhas yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama penulis menjalani studi hingga menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu **Makhrani, S.Si, M.Si** selaku Penasehat Akademik yang telah banyak memberikan nasehat serta ilmunya selama menempuh studi.
4. Bapak **Dr, Ir. Muh. Altin Massinai, MT, Surv. IPM** selaku pembimbing utama dan Bapak **Syamsuddin S.Si, MT** selaku pembimbing pertama yang telah memberikan perhatian, bimbingan, nasihat dan masukan-masukan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak **Ir. Bambang Harimei, M.Si** dan Bapak **Muh. Fawzy Ismullah Massinnai, S.Si, MT** selaku penguji yang telah memberikan masukan dan koreksi dalam penulisan skripsi ini
6. Om **Frans Attong**, Om **Adhie Wahyudi**, Om **Moh. Erwin Syam Noor**, Kak **Muammar Hakim**, Kak **Hidayat Latuconsina**, Kak **Asnur Azis**, Kak **Iswar Edis Pratama**, dan Kak **Akram Ramadhan** selaku pembimbing yang telah

banyak membantu dan meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan pengalaman dan memotivasi dalam penyusunan Tugas Akhir di PT. Vale Indonesia Tbk.

7. Om **Jayadi**, Om **Arpah**, Ibu **Jum**, Mbak **Dian**, Mbak **Sherly** dan Mbak **Carrine** yang telah membantu dalam pengurusan admistrasi saat melakukan Tugas Akhir di PT. Vale Indonesia Tbk.
8. Tante **Ami**, **Bunda**, Om **Pur**, **Amat**, **Dian**, **Ardi**, **Madina**, **Zidan**, **Fajri** dan Mbak **Arsyih** selaku keluarga yang telah memberikan bantuan dan pelayanan selama melaksanakan Tugas Akhir di Sorowako.
9. Pak **Zeth**, Pak **Wanni**, Om **Deni**, Om **Sule**, Om **Iman**, Kak **Jumbo**, Kak **Ippang**, Kak **Aulia**, Kak **Agus**, Kak **Indrawahyu**, Kak **Cross**, Kak **Ricky**, Kak **Jenada**, Kak **Aghna**, Kakak **Geologist** dan Teman-teman **Crew ERT** terima kasih atas bantuan, cerita, saran serta ilmunya selama Tugas Akhir di PT. Vale Indonesia Tbk.
10. Pemilik NIM **H041171511** yang selalu menjadi penyemangat, memotivasi, membantu, memberi makan, dan menemani dari masa kuliah semester 3 sampai menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih telah hadir dalam kehidupan penulis dan sudah melengkapi keseharian penulis.
11. Saudara seperjuangan **HIMAFI 2017**, **Zahari (Ketua Angkatan)**, **Zhafaat (Ketua Golongan 2A)**, **Faqih (Ketua Golongan 2B)**, **Callu**, **Ucha**, **Wahyu**, **Reza**, **Fadlan**, **Jefri**, **Aldo**, **Ardi**, **Ebiet**, **Riyadi**, **Puat**, **Mardiano**, **Zain**, **Angga**, **Faishal**, **Tsaqif**, **Qoil**, **Dandung**, **Roni**, **Agung**, **Fajar**, **Madan**, **Khalis**, **Indra**, **Ale'**, **Sabran**, **Rial**, **Albaar**, **Bintang**, **Evita**, **Ghupa**, **Titien**,

**Time, Danty, Mayama, Sappe, Gebrina, Yusrin, Nova, Wide, Ningnang, Unia, Owel, Fitria, Illa, Egi, Desha, Suci, Riri, Uci, Melsi, Ate', Eki, Yesi, Cammai, Inung, Kiki, Destri, Adhe, Asni, Ola, Miftah, Gita, Rapang, Khusnul, Rahmah, Rachel, Syakira, Esi, Hikmah, Nina, Mirna, Ajeng, Cinday dan Sindi** Terima kasih atas suka dan duka dalam persaudaraan ini. Salam **“Teguh dalam Keyakinan, Kukuh dalam Kebersamaan”**.

12. Teman-teman **MIPA 2017, Rahman, Aris, Salman, Kaye, Aidul, Ihzanul, Alim, Islah, Fhadli, Joe, Indah, Sofiea, Cici, Kade, Aras, Amel, Isye, Kety, Ata, Sri**, dan teman-teman yang lain. Salam **“Kami Satu Kami Bersaudara”**.
13. Teman-teman **TAMPAN MAKS'17, Callu, Khalis, Angga, Puat, Dandung, Madan, Ale', Zahari, Sabran, Zhafaat, Faqih, Ucha, Wahyu, Reza, Fadlan, Jefri, Aldo, Ardi, Ebiet, Riyadi, Mardiano, Zain, Faishal, Tsaqif, Qoil, Roni, Agung, Fajar, Indra, Rial, Albaar dan Bintang**. Terima kasih atas cerita-cerita sembarangnya.
14. Kakak-Kakak **HIMAFI 2013, Kak Takdir, Kak Asnur, Kak Azizul, Kak Mughny, Kak Ilham, Kak Boi**, Kakak-Kakak **HIMAFI 2014, Kak Sidiq, Kak Armin, Kak Iswar, Kak Aswan, Kak Bombom**, Kakak-kakak **HIMAFI 2015, Kak Hafis, Kak Jr, Kak Yadin, Kak Willy, Kak Fitrah, Kak Al, Kak Amming, Kak Aqsa, Kak Edi, Kak Ashadi**, Kakak-kakak **HIMAFI 2016, Kak Arya, Kak Arif, Kak Ulla, Kak Aso, Kak Iksan, Kak Ayyub, Kak Erwinda, Kak Uni, Kak Farah** dan kakak-kakak yang belum sempat penulis tuliskan namanya. Terima kasih atas ilmu, kebersamaan, kekeluargaan, motivasi dan inspirasi yang telah diberikan dalam organisasi.

15. Adik-adik **HIMAFI 2018**, Dede, Justin, Azlan, Gopal, Sarwan, Heral, Ipul, Sinyo, Tara, Lius, Komang, Ajep, Sandro dan adik-adik yang lain.
16. Adik-adik **HMGF 2019**, Haikal, Arsyih, Akbar, Mawang Alif, Haidir, Habib, Jack, Fausta, Riman, Haerul, William, Dominikus, Ashar, Mulki, Sarni, Patio, Devi, Ita, Maulidah, Mey, Nude, Zakiyah, Sekar, Cindy, Indah, Ayul, Asyifah, Jinan, Sindy, Nismul, Nanda, Reika, Caca, Ismi, Nur, Muli, Dian, Risda, Tiara, Muji, Afikah, Dahlia, Pipit, Suleha, Afikah, Dahlia, Pipit, Suleha, Yuli, Azizah, Fadilah, Amirul, Adik-Adik **HIMAFI 2019**, Ghalib, Jinbo, Yusri, Ikram, Agus, Hajrul, Gunawan, Israil, Roslela, Nurul, Fara, Alya, Tiche, Rinan, Kamil dan adik-adik yang lain. Salam “Bangkit dan Buktikan”.
17. Adik-adik **HIMAFI 2020**, Site, Vicram, Letnan, Rifaldi, Anus, Abe, Husain, Aan, Nindy, Nidia, Astrid, Isma, Harmi, Adik-adik **HMGF 2020** Asmawan, Dirham, Danke, Algi, Awi, Toktok, Dayat, Astri, Fadia, Resty, Aza, Milka, Adik-adik **HIMAFI 2021**, Palele, Bejo, Amar, Adik-adik **HMGF 2021**, Reynold, Faiqal, Shane, Batute, Karappe, Henry, Paje, Jiyad, Gilbert dan Adik-adik yang lain.
18. Penghuni **Maperwa FMIPA Unhas Periode 2021/2022**, Angga (Ketua **Maperwa**), Islah, Aidul, Callu’, Rahman, Aris, Fhadli dan Sabran. Terima kasih telah mengawal KM FMIPA Unhas.
19. **KPA OMEGA FMIPA UNHAS** yang memberikan wadah penulis untuk mengembangkan minat dan bakatnya selama kuliah di Unhas. Salam “JAYALAH SELALU KPA OMEGA”.

20. **KM FMIPA UNHAS, HIMAFI FMIPA UNHAS dan HMGF FMIPA UNHAS** sebagai tempat pulang atau rumah kedua penulis. Salam “**USE YOUR MIND BE THE BEST**” dan “**JAYALAH HIMAFI FISIKA NAN JAYA**”.
21. Saudara **Riyadi**, partner adzan selama 3 bulan Tugas Akhir di Enggano, terima kasih atas momen-momen mulai dari datang ke Sorowako, mengambil APD di eksternal, ketinggalan bus, belajar, presentasi dan cerita lucu di kantor, main futsal di pontada, ikut ke lapangan, dan sampai mengembalikan APD.
22. Teman-teman **KKN Tematik Unhas Gelombang 106 Posko Tamalanrea 10** yang memberikan banyak pengalaman hidup selama di lokasi KKN.
23. Serta kepada seluruh pihak, tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang ikut serta membantu, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik, terima kasih.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kata sempurna, sehingga dengan segala kerendahan hati penulis sangat mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat, membangun untuk memperbaiki kekurangan yang ada. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca maupun penulis.

Makassar, 17 Februari 2023

Dicky Nistya Dwiangga

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....</b>	<b>ii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	3
I.3 Ruang Lingkup.....	3
I.4 Tujuan Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>4</b>
II.1 Geologi Regional .....	4
II.2 Geokimia.....	6
II.2.1 Mobilitas Geokimia Batuan Ultramafik.....	7
II.3 Nikel Laterit.....	7
II.3.1 Genesa Pembentukan Nikel Laterit.....	8
II.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Nikel Laterit.....	10
II.3.3 Profil Nikel Laterit .....	11
II.3.4 Zona Bijih ( <i>Ore</i> ) Nikel.....	15
II.4 Metode Geolistrik .....	16
II.4.1 Prinsip Dasar Metode Resistivitas .....	17
II.4.2 Potensial pada Bumi Homogen Isotropik .....	17
II.4.3 Potensial Listrik Akibat Arus Tunggal di dalam Bumi.....	18
II.4.4 Potensial Listrik Akibat Arus Tunggal di Permukaan Bumi .....	20
II.4.5 Potensial Oleh Dua Sumber Arus di Permukaan Bumi .....	21

II.4.6 Konsep Resistivitas Semu .....	23
II.4.7 Konfigurasi <i>Gradient</i> .....	24
II.4.8 Prinsip Dasar Electrical Resistivity Tomography .....	25
II.5 Hubungan Antara Geologi dan Nilai Resistivitas .....	27
II.6 Proses Inversi .....	28
II.7 Interpolasi Kriging .....	29
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>31</b>
III.1 Lokasi Penelitian .....	31
III.2 Alat dan Bahan .....	32
III.2.1 Alat .....	32
III.2.2 Bahan .....	33
III.3 Prosedur Penelitian .....	33
III.3.1 Tahap Kajian Pustaka .....	33
III.3.2 Tahap Pengukuran .....	33
III.3.3 Tahap Pengolahan Data .....	34
III.3.4 Tahap Analisis Data .....	35
III.4 Bagan Alir Penelitian .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>37</b>
IV.1 Hasil .....	37
IV.2 Pembahasan .....	53
IV.2.1 Penampang ERT dan Kandungan Geokimia .....	53
IV.2.2 Hubungan Nilai Resistivitas Terhadap Kandungan Geokimia.....	77
IV.2.3 Sebaran Nilai Resistivitas Pada Layer Ore .....	80
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>83</b>
V.1 Kesimpulan .....	83
V.2 Saran .....	84
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>85</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>88</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Peta Geologi Regional Pulau Sulawesi .....	5
<b>Gambar 2.2</b>	Geologi daerah sorowako .....	6
<b>Gambar 2.3</b>	Profil Nikel Laterit .....	12
<b>Gambar 2.4</b>	Penampang umum nikel laterit Sorowako.....	14
<b>Gambar 2.5</b>	Profil dari zona bijih ( <i>ore</i> ) nikel .....	16
<b>Gambar 2.6</b>	Sumber Arus di Dalam Bumi .....	20
<b>Gambar 2.7</b>	Sumber Arus di Permukaan.....	21
<b>Gambar 2.8</b>	Dua Elektroda Arus dan Potensial di Permukaan.....	21
<b>Gambar 2.9</b>	Konsep Resistivitas Semu .....	23
<b>Gambar 2.10</b>	Sketsa dari konfigurasi <i>gradient</i> dengan memperlihatkan titik elektroda dengan jarak antar elektroda arus ( $C_1$ dan $C_2$ ) dan elektroda potensial ( $P_1$ dan $P_2$ ) .....	25
<b>Gambar 2.11</b>	Skema proses akuisisi ERT .....	26
<b>Gambar 3.1</b>	Peta Administrasi Kabupaten Luwu Timur .....	31
<b>Gambar 3.2</b>	Peta Lintasan Area “DN” .....	32
<b>Gambar 3.3</b>	Bagan Alir Penelitian .....	36
<b>Gambar 4.1</b>	Penampang resistivitas lintasan E01 .....	37
<b>Gambar 4.2</b>	Penampang resistivitas lintasan E02 .....	38
<b>Gambar 4.3</b>	Penampang resistivitas lintasan E03 .....	39
<b>Gambar 4.4</b>	Penampang resistivitas lintasan E04 .....	40
<b>Gambar 4.5</b>	Penampang resistivitas lintasan E05 .....	40
<b>Gambar 4.6</b>	Penampang resistivitas lintasan E06 .....	41
<b>Gambar 4.7</b>	Penampang resistivitas lintasan E07 .....	42
<b>Gambar 4.8</b>	Penampang resistivitas lintasan E08 .....	42
<b>Gambar 4.9</b>	Penampang resistivitas lintasan E09 .....	43
<b>Gambar 4.10</b>	Penampang resistivitas lintasan E10 .....	44
<b>Gambar 4.11</b>	Penampang resistivitas lintasan E11 .....	44
<b>Gambar 4.12</b>	Penampang resistivitas lintasan E12 .....	45
<b>Gambar 4.13</b>	Penampang resistivitas lintasan E13 .....	46

<b>Gambar 4.14</b> Penampang resistivitas lintasan E14 .....	46
<b>Gambar 4.15</b> Penampang resistivitas lintasan N01 .....	47
<b>Gambar 4.16</b> Penampang resistivitas lintasan N02 .....	48
<b>Gambar 4.17</b> Penampang resistivitas lintasan N03 .....	48
<b>Gambar 4.18</b> Penampang resistivitas lintasan N04 .....	49
<b>Gambar 4.19</b> Penampang resistivitas lintasan N05 .....	50
<b>Gambar 4.20</b> Penampang resistivitas lintasan N06 .....	50
<b>Gambar 4.21</b> Penampang resistivitas lintasan N07 .....	51
<b>Gambar 4.22</b> Penampang resistivitas lintasan N08 .....	52
<b>Gambar 4.23</b> Penampang resistivitas lintasan N09 .....	52
<b>Gambar 4.24</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E01 .....	54
<b>Gambar 4.25</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E02 .....	55
<b>Gambar 4.26</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E03 .....	56
<b>Gambar 4.27</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E04 .....	57
<b>Gambar 4.28</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E05 .....	58
<b>Gambar 4.29</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E06 .....	59
<b>Gambar 4.30</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E07 .....	60
<b>Gambar 4.31</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E08 .....	61
<b>Gambar 4.32</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E09 .....	62
<b>Gambar 4.33</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E10 .....	63
<b>Gambar 4.34</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E11 .....	64
<b>Gambar 4.35</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E12 .....	65
<b>Gambar 4.36</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E13 .....	66
<b>Gambar 4.37</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan E14 .....	67
<b>Gambar 4.38</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan N01 .....	68
<b>Gambar 4.39</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan N02 .....	69
<b>Gambar 4.40</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan N03 .....	70
<b>Gambar 4.41</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan N04 .....	71
<b>Gambar 4.42</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan N05 .....	72
<b>Gambar 4.43</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan N06 .....	73
<b>Gambar 4.44</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan N07 .....	74

<b>Gambar 4.45</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan N08.....	75
<b>Gambar 4.46</b> Penampang ERT dan geokimia lintasan N09.....	76
<b>Gambar 4.47</b> Hubungan unsur major terhadap nilai resistivitas untuk tipe -1.....	77
<b>Gambar 4.48</b> Hubungan unsur minor terhadap nilai resistivitas untuk tipe -1.....	78
<b>Gambar 4.49</b> Hubungan unsur major terhadap nilai resistivitas untuk tipe -6.....	78
<b>Gambar 4.50</b> Hubungan unsur minor terhadap nilai resistivitas untuk tipe -6.....	78

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Nilai Resistivitas Batuan dan Mineral.....	27
<b>Tabel 4.1</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E01 .....	54
<b>Tabel 4.2</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E02 .....	55
<b>Tabel 4.3</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E03 .....	56
<b>Tabel 4.4</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E04 .....	57
<b>Tabel 4.5</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E05 .....	58
<b>Tabel 4.6</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E06 .....	59
<b>Tabel 4.7</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E07 .....	60
<b>Tabel 4.8</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E08 .....	61
<b>Tabel 4.9</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E09 .....	62
<b>Tabel 4.10</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E10 .....	63
<b>Tabel 4.11</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E11 .....	64
<b>Tabel 4.12</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E12 .....	65
<b>Tabel 4.13</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E13 .....	66
<b>Tabel 4.14</b>	Kandungan Geokimia Lintasan E14 .....	67
<b>Tabel 4.15</b>	Kandungan Geokimia Lintasan N01 .....	68
<b>Tabel 4.16</b>	Kandungan Geokimia Lintasan N02.....	69
<b>Tabel 4.17</b>	Kandungan Geokimia Lintasan N03.....	70
<b>Tabel 4.18</b>	Kandungan Geokimia Lintasan N04.....	71
<b>Tabel 4.19</b>	Kandungan Geokimia Lintasan N05.....	72
<b>Tabel 4.20</b>	Kandungan Geokimia Lintasan N06.....	73
<b>Tabel 4.21</b>	Kandungan Geokimia Lintasan N07.....	74
<b>Tabel 4.22</b>	Kandungan Geokimia Lintasan N08.....	75
<b>Tabel 4.23</b>	Kandungan Geokimia Lintasan N09.....	76
<b>Tabel 4.24</b>	Sebaran Nilai Resistivitas Pada Layer Ore .....	81

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Nikel laterit diartikan sebagai suatu endapan bijih nikel yang terbentuk dari proses laterisasi pada batuan ultramafik yang mengandung Ni dengan kadar tinggi dan pada umumnya terbentuk pada daerah tropis dan subtropis. Laterit memiliki tiga zona yaitu limonit, saprolit, dan *bedrock* atau batuan dasar. Kandungan Ni di batuan asal berkisar 0,28 % dan dapat mengalami kenaikan menjadi 1% sebagai konsentrasi sisa (*residual concentration*) pada zona limonit (Ahmad, 2009).

Pada eksplorasi nikel laterit dapat digunakan metode geofisika diantaranya metode ERT (*Electrical Resistivity Tomography*) dan GPR (*Ground Penetration Radar*). Namun untuk di PT. Vale Indonesia Tbk telah dilakukan perbandingan antara kedua metode ini dan didapatkan bahwa metode ERT memiliki penetrasi kedalaman yang lebih dalam, dapat melakukan pengukuran pada daerah yang lembab, pembersihan lintasan yang lebih mudah, lebih mudah dalam *processing* data dan validasi hasil, serta resolusi yang tidak konstan karena pengaruh mineralogi dan porositas dan permeabilitas batuan (Hasan, 2020).

Pada tahap eksplorasi di PT. Vale Indonesia Tbk, untuk menentukan keberadaan nikel dan estimasi cadangan digunakan korelasi antara metode pengeboran (geokimia) dan metode ERT. Secara umum pengeboran (geokimia) merupakan proses pembuatan lubang pada permukaan tanah atau batuan menembus ke bawah tanah untuk melihat koleksi tanah dan batuan secara detail serta memperkirakan

kualitas dan kuantitas cadangan dari suatu endapan mineral tertentu dan bertujuan mendapatkan sampel kemudian dilakukan analisis kandungan kimianya untuk mendapatkan data geokimia. Ketebalan bijih (*ore*) nikel berdasarkan data geokimia dengan *cut of grade* 1,5 % Ni dan data bor dengan ketebalan minimal 2 meter (Abdillah, 2021).

Metode ERT (*Electrical Resistivity Tomography*) adalah salah satu metode untuk mengetahui karakteristik atau nilai resistivitas dari profil nikel laterit. Metode ERT dilakukan dengan menginjeksi listrik ke dalam bumi, dan melihat respon material bawah permukaan. Respon ini dapat berupa tahanan jenis batuan bawah permukaan terhadap listrik yang diinjeksikan. Untuk mengetahui nilai resistivitas bawah permukaan dapat memudahkan untuk menginterpretasi mengenai material di bawah permukaan dan mengetahui batas-batas profil laterit (Santoso dan Subagio, 2018). Tahap eksplorasi di PT. Vale Indonesia Tbk. menggunakan metode ERT dan pengeboran, namun pada prosesnya terdapat permasalahan seperti belum adanya studi atau penelitian tentang nilai resistivitas pada layer ore. Permasalahan ini harus segera diidentifikasi dan dicarikan solusi, apakah nanti pengeboran bisa dilakukan dengan spasi panjang, tergantung dari hasil data resistivitas dan aktual penambangan, Beberapa peneliti terdahulu mengenai eksplorasi nikel laterit di PT. Vale Indonesia Tbk. diantaranya “Optimalisasi penggunaan ERT konfigurasi *gradient* dalam memaksimalkan ekplorasi nikel laterit” (Surawan, 2014), “Hubungan nilai resistivitas dan sifat kimia batuan untuk menentukan karakteristik profil nikel laterit di Kecamatan Nuha, Luwu Timur” (Arif, 2017) dan “Penentuan ketebalan lapisan saprolit menggunakan metode ERT dan data bor” (Hasan, 2020).

Berdasarkan uraian–uraian tersebut di atas, maka dalam skripsi ini akan dilakukan penelitian tentang pengaplikasian metode ERT dalam eksplorasi nikel laterit untuk menentukan sebaran nilai resistivitas pada layer *ore* di area “DN”.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana penampang nikel laterit berdasarkan data resistivitas dan data geokimia?
2. Bagaimana hubungan nilai resistivitas terhadap kandungan geokimia?
3. Bagaimana sebaran nilai resistivitas pada layer ore?

## **I.3 Ruang Lingkup**

Penelitian ini dibatasi menggunakan data sekunder pada analisis data geolistrik menggunakan konfigurasi gradient dan data geokimia dari lubang bor untuk menentukan nilai resistivitas pada layer ore di salah satu blok di area eksplorasi nikel laterit PT. Vale Indonesia yang berada di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan.

## **I.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan penampang nikel laterit berdasarkan data resistivitas dan data geokimia.
2. Menentukan hubungan nilai resistivitas terhadap kandungan geokimia.
3. Menentukan sebaran nilai resistivitas pada layer ore.

## **BAB II**

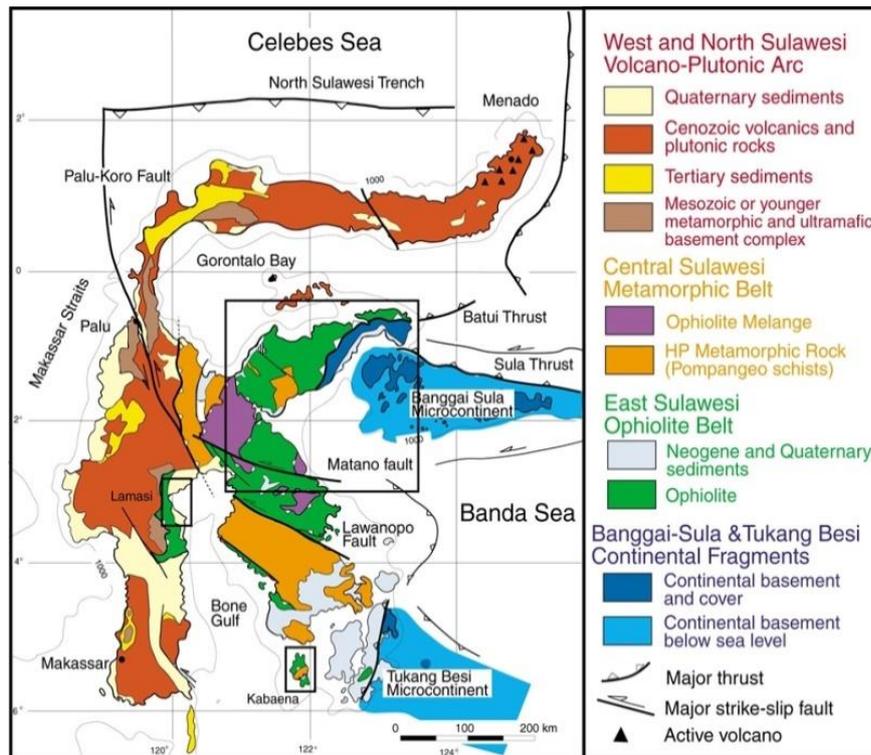
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Geologi Regional**

Pulau Sulawesi dibagi menjadi 4 bagian berdasarkan proses tektonik yang terjadi pada batas lempeng aktif, yaitu bagian lengan utara (*North Arm*), lengan timur (*East Arm*), lengan tenggara (*South East Arm*), dan lengan selatan (*South Arm*). Lengan utara dan lengan selatan membentuk satu unit geologi yang dikenal dengan zona Sulawesi bagian barat, sedangkan lengan timur dan lengan tenggara membentuk unit geologi lain yang dikenal dengan zona Sulawesi timur. Kedua busur tersebut bertemu pada daerah Sulawesi tengah. Pada bagian selatan dipisahkan oleh Teluk Bone dan bagian utara oleh Teluk Tomini. (Hamilton, 1979)

Sukanto (1975) melakukan penelitian mengenai proses tektonik dan geologi, Pulau Sulawesi dan sekitarnya dan membaginya menjadi 3 Mandala Geologi dalam Gambar 2.1, yaitu :

1. Mandala Geologi Sulawesi Barat, dicirikan oleh adanya jalur gunungapi paelogen, intrusi neogen dan sedimen mesozoikum.
2. Mandala Geologi Sulawesi Timur, dicirikan oleh batuan oviolit yang berupa batuan ultramafic peridotit, dunit, piroksenit dan serpentinit yang diperkirakan berumur kapur.
3. Mandala Geologi Banggai Sula, dicirikan oleh batuan dasar berupa batuan metamorf permo-karbon, batuan plutonik, yang bersifat granitis berumur trias dan batuan sedimen mesozoikum.



Gambar 2.1 Peta Geologi Regional Pulau Sulawesi (Sukamto, 1975)

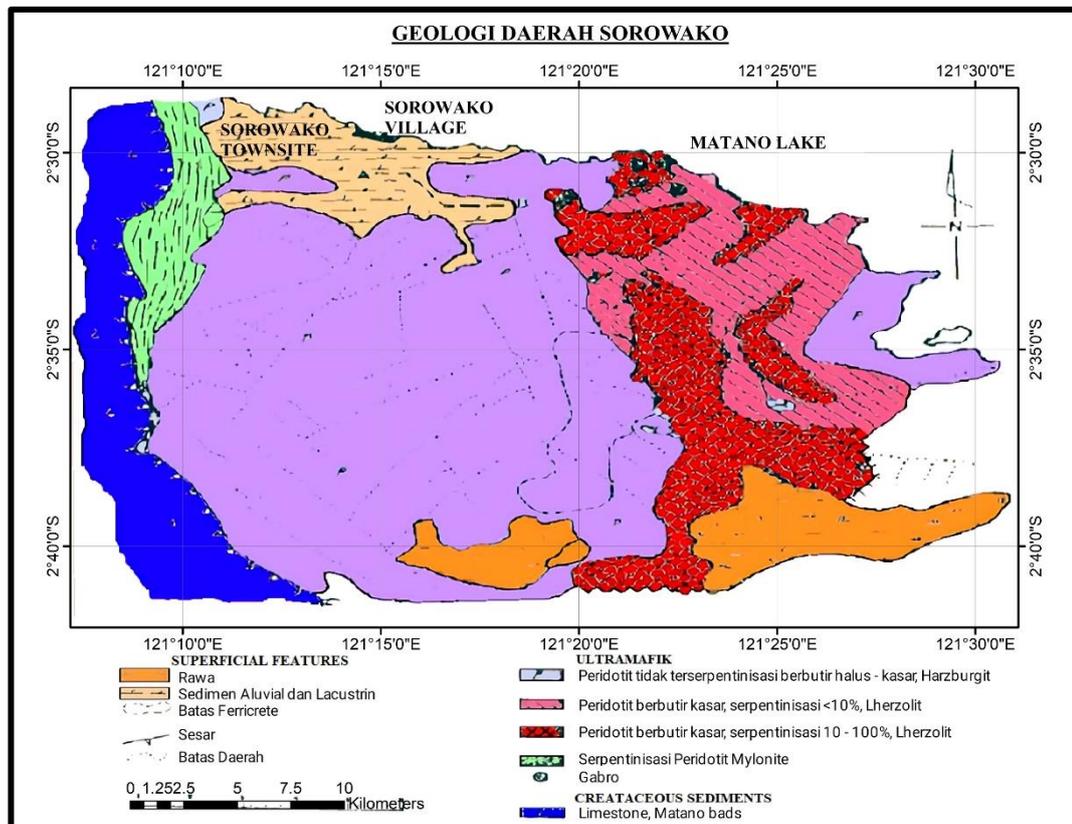
Daerah Sorowako dikenal dengan tambang nikelnya. Endapan nikel laterit di Soroako terbentuk karena proses pelapukan dari batuan ultramafik yang terbentuk dalam suatu singkapan tunggal terbesar di dunia seluas lebih dari 120 km x 60 km yang sejumlah endapan lainnya tersebar di Provinsi Sulawesi Tengah dan Tenggara (Golightly, 1979).

Geologi daerah Soroako dibagi menjadi tiga bagian, seperti yang terlihat dalam Gambar 2.2, yaitu :

1. Satuan batuan sedimen yang berumur Kapur; terdiri dari batugamping laut dalam dan rijang. Terdapat di bagian barat Soroako dan dibatasi oleh sesar naik dengan kemiringan ke arah barat.
2. Satuan batuan ultrabasa yang berumur awal Tersier; umumnya terdiri dari jenis peridotit, sebagian mengalami serpentinisasi dengan derajat yang bervariasi dan

umumnya terdapat di bagian timur. Pada satuan ini juga terdapat intrusi-intrusi pegmatit yang bersifat gabroik dan terdapat di bagian utara.

- Endapan aluvial dan sedimen danau (*lacustrine*) yang berumur Kuartar, umumnya terdapat di bagian utara dekat desa Soroako.



Gambar 2.2 Geologi daerah Sorowako (Golightly, 1979)

## II.2 Geokimia

Geokimia ialah pengetahuan yang mempelajari bentuk, sifat dan fungsi serta aksi-reaksi kimia alam yang ada di bumi. Hakikinya, Geokimia adalah ilmu yang mempelajari kandungan unsur dan isotop dalam lapisan bumi, terutama yang berhubungan dengan kelimpahan (abundant), penyebaran serta hukum-hukum yang mengaturnya. Dari dasar ini berkembang beberapa cabang ilmu geokimia di

antaranya, geokimia panas bumi, geokimia mineral, geokimia petroleum dan geokimia lingkungan (Rompas & Rumampuk, 2014).

### **II.2.1 Mobilitas Geokimia Batuan Ultramafik**

Mobilitas adalah kemampuan suatu unsur untuk terdispersi ke dalam matrik material lain di sekitarnya. Mobilitas mempengaruhi respon unsur terhadap proses dispersi. Faktor utama yang mempengaruhi mobilitas geokimia adalah stabilitas kimiawi unsur.

Mobilitas dari suatu unsur yang dijumpai pada batuan mafik dan ultramafik dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Elemen yang bersifat sangat larut dan sangat mobile  
Mudah hilang dalam profil pelapukan dan sangat larut dalam aliran air tanah (sedikit asam), seperti : Mg, Si, Ca, Na
- Elemen yang bersifat tidak larut dan tidak mobile  
Tidak dapat larut dalam air tanah, sebagian besar unsur-unsurnya merupakan penyusun dari residu tanah (*residual soil*), seperti : Fe<sup>3+</sup> (*ferric*), Co, Al, Cr.
- Elemen dengan daya larut yang terbatas dan mobilitas terbatas sebagian larut dalam air tanah yang bersifat asam, seperti : Ni, Fe<sup>2+</sup> (*ferrous*)

### **II.3 Nikel Laterit**

Nikel laterit adalah tanah sisa yang telah berkembang di atas batuan ultramafik melalui proses pelapukan kimia dan proses pengayaan (*supergene enrichment*). Ketebalannya bervariasi dari beberapa meter hingga 150 meter tergantung pada periode pembentukan laterit.

Istilah "*laterite*" bisa diartikan sebagai endapan yang kaya akan *iron-oxide*, miskin unsur silika dan secara intensif ditemukan pada endapan lapukan di iklim tropis. Batuan induk dari endapan nikel laterit adalah batuan ultramafik; umumnya peridotit (harzbugit dan lherzolit), dunit dan jenis peridotit yang lain. Endapan laterit yang signifikan memiliki rentang usia dari Paleozoikum hingga baru-baru ini dan sebagian besar endapan di sabuk tropis saat ini masih mengalami laterisasi. Endapan laterit semakin menjadi sumber penting nikel dan kobalt primer di dunia, terutama karena endapan sulfida alternatif sedang habis atau tambang yang ada perlu menggali lebih dalam di bawah tanah untuk mengeksploitasi sumber daya yang tersisa (Ahmad, 2006).

### **II.3.1 Genesa Pembentukan Nikel Laterit**

Proses pembentukan nikel laterit diawali dari proses pelapukan batuan ultramafik, dalam hal ini adalah batuan dunit dan peridotit. Batuan ini banyak mengandung olivin, piroksen, magnesium silikat dan besi, mineral-mineral tersebut tidak stabil dan mudah mengalami proses pelapukan (Boldt, 1967).

Ada beberapa macam pelapukan kimia yang berhubungan dengan proses lateritisasi (Elias, 2002), antara lain:

- Pelarutan merupakan tahap awal dari proses pelapukan kimia. Proses ini terjadi pada saat adanya aliran air. Pelarutan dapat berupa presipitasi kimiawi yang mengubah volume dan meningkatkan pelapukan fisika.
- Hidrasi merupakan proses penyerapan molekul-molekul air oleh mineral sehingga membentuk mineral hidrous, contoh hematit menjadi limonit.

- Karbonasi ialah reaksi antara ion karbonat dengan ion bikarbonat dengan mineral atau proses pembentukan asam bikarbonat dalam bentuk cair yang mempermudah pelapukan. Banyak terkandung dalam air hujan.
- Hidrolisis merupakan reaksi antara mineral dengan air tanah ataupun air hujan, yaitu antara ion  $H^+$  dan ion  $OH^-$  air dengan ion-ion mineral.

Air permukaan yang mengandung  $CO_2$  dari atmosfer dan terkayakan kembali oleh material – material organik di permukaan meresap ke bawah permukaan tanah sampai pada zona pelindian, saat fluktuasi air tanah berlangsung. Akibat fluktuasi ini air tanah yang kaya  $CO_2$  akan kontak dengan zona saprolit yang masih mengandung batuan asal dan melarutkan mineral-mineral yang tidak stabil seperti olivin / serpentin dan piroksen. Mg, Si dan Ni akan larut dan terbawa sesuai dengan aliran air tanah dan akan memberikan mineral-mineral baru pada proses pengendapan kembali. Endapan besi yang bersenyawa dengan oksida akan terakumulasi dekat dengan permukaan tanah, sedangkan magnesium, nikel dan silika akan tetap tertinggal di dalam larutan dan bergerak turun selama suplai air yang masuk ke dalam tanah terus berlangsung. Rangkaian proses ini merupakan proses pelapukan dan pelindihan/ *leaching*.

Pada proses pelapukan lebih lanjut magnesium (Mg), Silika (Si), dan Nikel (Ni) akan tertinggal di dalam larutan selama air masih bersifat asam. Tetapi jika dinetralisasi karena adanya reaksi dengan batuan dan tanah, maka zat – zat tersebut akan cenderung mengendap sebagai mineral hidrosilikat (*Ni-magnesium hidrosilicate*) yang disebut mineral garnierit  $[(Ni,Mg)_6Si_4O_{10}(OH)_8]$  atau mineral pembawa Ni (Boldt, 1967).

Adanya suplai air dan saluran untuk turunnya air, dalam hal berupa kekar, maka Ni yang terbawa oleh air turun ke bawah, lambat laun akan terkumpul di zona air sudah tidak dapat turun lagi dan tidak dapat menembus batuan dasar (*bedrock*). Ikatan dari Ni yang berasosiasi dengan Mg, SiO dan H akan membentuk mineral garnierit dengan rumus kimia  $(Ni, Mg) Si_4O_5(OH)_4$ . Apabila proses ini berlangsung terus menerus, maka yang akan terjadi adalah proses pengkayaan supergen.

Zona pengkayaan supergen ini terbentuk di zona Saprolit. Dalam satu penampang vertikal profil laterit dapat juga terbentuk zona pengkayaan yang lebih dari satu, hal tersebut dapat terjadi karena muka air tanah yang selalu berubah-ubah, terutama tergantung dari perubahan musim. Di bawah zona pengkayaan supergen terdapat zona mineralisasi primer yang tidak terpengaruh oleh proses oksidasi maupun pelindihan, yang sering disebut sebagai zona batuan dasar (*bedrock*). Biasanya berupa batuan ultramafik seperti peridotit atau dunit.

### **II.3.2 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembentukan Nikel Laterit**

Faktor-faktor utama yang mempengaruhi pembentukan bijih nikel laterit adalah (Ahmad, 2009):

a. Batuan asal

Merupakan syarat utama terbentuknya endapan nikel laterit, jenis batuan asalnya adalah batuan ultramafik. Dalam hal ini pada batuan ultramafik terdapat elemen Ni yang paling banyak diantara batuan lainnya, mempunyai mineral-mineral yang paling mudah lapuk atau tidak stabil, seperti olivin dan piroksin, mempunyai komponen-komponen yang mudah larut dan memberikan lingkungan pengendapan yang baik untuk nikel.

b. Iklim

Adanya pergantian musim kemarau dan musim penghujan dapat menimbulkan perbedaan temperatur yang cukup besar yang dapat membantu terjadinya pelapukan mekanis, yang akan terjadi rekahan dalam batuan yang akan mempermudah proses atau reaksi kimia pada batuan.

c. Suhu atau temperatur yang tinggi

Suhu dan temperatur yang tinggi sangat penting dalam mempercepat proses pelapukan kimia yang merupakan kondisi yang sangat ideal dalam pengembangan laterit.

d. Struktur

Yang sangat dominan adalah struktur kekar (*joint*) dibandingkan terhadap struktur sesarnya. Dengan adanya rekahan-rekahan tersebut akan lebih memudahkan masuknya air dan berarti proses pelapukan akan lebih intensif.

e. Topografi

Pada daerah yang mempunyai topografi landai, air akan bergerak perlahan-lahan sehingga akan mempunyai kesempatan untuk mengadakan penetrasi lebih dalam melalui rekahan-rekahan atau pori-pori batuan.

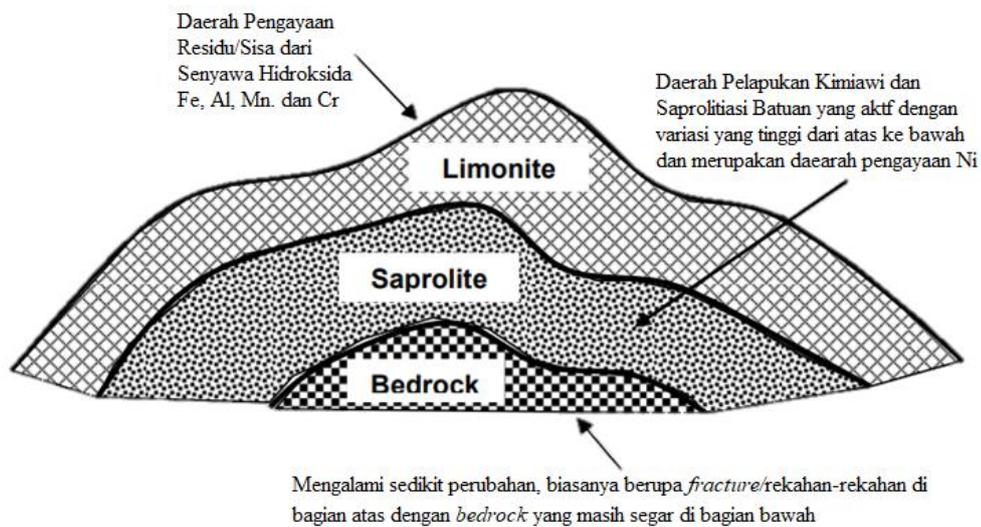
f. Waktu

Waktu yang cukup lama akan mengakibatkan pelapukan yang cukup intensif karena akumulasi unsur nikel cukup tinggi.

### **II.3.3 Profil Nikel Laterit**

Pelapukan kimiawi batuan ultramafik disertai pecahan/pelepasan unsur-unsur yang larut dalam air dan tidak larut dalam air. Unsur-unsur yang larut dalam air pada

akhirnya akan larut pada sistem pelapukan sedangkan unsur-unsur yang tidak larut dalam air akan tertinggal pada sistem pengayaan. Proses pelapukan kimia nantinya akan menghasilkan pembentukan profil laterit yang bertingkat dengan laterit termuda berada di bagian bawah dan laterit tertua akan berada di bagian atas. Banyak zona dalam profil pelapukan laterit yang ditandai karena keberadaan air, baik karena gerakan bawah serta melalui tingkat fluktuasi. Dapat dipastikan bahwa tanpa kehadiran dan ketersediaan air maka laterit tidak akan mampu membentuk zona-zonanya (Ahmad, 2009).



Gambar 2.3 Profil nikel laterit (Ahmad, 2009)

Gambar 2.3 merupakan profil pelapukan laterit dijelaskan dalam urutan kronologis zona yang berbeda berkembang dan dari bawah ke atas.

#### 1. Zona *Bedrock*

Zona ini berasal dari batuan dasar yang tidak terpengaruh oleh pelapukan. Zona ini adalah zona yang pelapukan ditandai dengan adanya rekahan dan kekar batuan. Karakteristik dan densitas batuan asal masih terlihat, kecuali “*weathering front*” yang lebih dalam di daerah sesar, kekar, dan pada

permukaan kekar dan rekahan. Perbedaan antara *bedrock* dan lapisan saprolit dibagian atas tidak terlalu mencolok. Selain itu, batas lapisannya tidak berbentuk garis horizontal tetapi mengikuti kontur rekahan besar.

## 2. Zona Saprolit

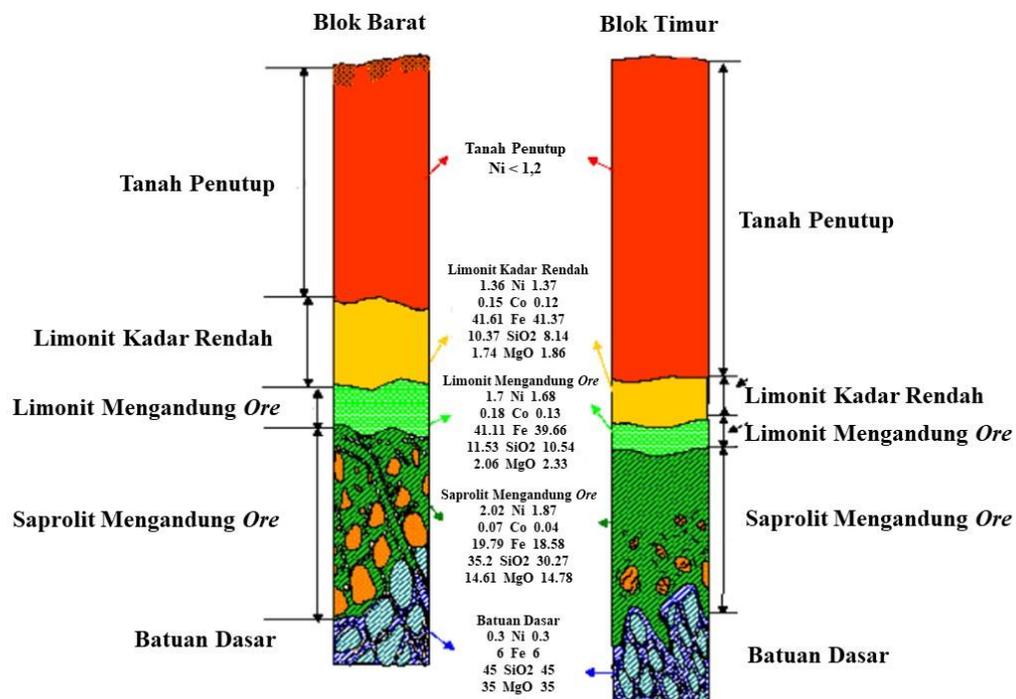
Zona saprolit umumnya terletak dibawah permukaan air, pada daerah saturasi yang umumnya lembab/basah. Pelapukan dan reaksi kimia berlangsung di sepanjang kekar dan rekahan. Proses saprolisasi disepanjang permukaan rekahan mengarah pada pembentukan “boulder” di zona saprolit. Boulder dapat membentuk saprolit *crust* yang mengandung kadar nikel tinggi. Tekstur dan struktur batuan asal masih terlihat. Pada batuan asal yang tidak terserpentinisasi, proses saprolisasi terbatas pada permukaan batuan dasar yang diakibatkan karena sulitnya air menembus batuan dasar. Tingkat porositas pada umumnya meningkat pada bagian atas zona saprolit dan mencapai nilai maksimum pada zona pertengahan

## 3. Zona Limonit

Zona ini merupakan zona yang unsur tidak dapat terlarut mencapai nilai maksimum. Semua unsur yang terlarut seperti (Ca, Na, K, Si) dari zona pelapukan meninggalkan Fe, Al, dan Mn yang teroksidasi di permukaan (tidak terlarut). Bagian atas dari zona yang kaya akan besi merupakan goethite sedangkan bagian bawahnya yang terbentuk dari hidrasi oksida besi dikelompokkan sebagai limonit. *Goethite* dapat termobilisasi ulang di dekat permukaan yang kemudian mengkristal kembali sehingga disebut *ferricrete* (*iron cap, canga, curaisse de fer*). *Bulk density* pada zona limonit lebih

tinggi dibandingkan zona transisi. Struktur asli dan tekstur batuan asal sudah tidak terlihat lagi pada zona ini. Beberapa struktur kekar dan silika *boxwork* dapat ditemui dari lapisan saprolit ke limonit.

Ketebalan dari masing-masing lapisan tidak merata, tergantung dari morfologi dan relief, umumnya endapan laterit terakumulasi banyak pada bagian bawah bukit dengan relief yang landai. Sedang relief yang terjal endapan semakin menipis, di samping adanya kecenderungan akumulasi mineral yang berkadar tinggi dijumpai pada zona-zona retakan, zona sesar dan rekahan pada batuan (Osborne dan Waraspati, 1986).



Gambar 2.4 Penampang umum nikel laterit Sorowako (Osborne dan Waraspati, 1986)

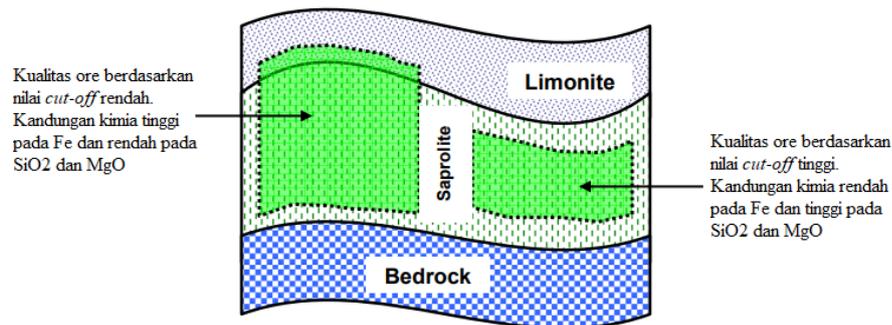
Berdasarkan ciri fisik dan kimianya, endapan nikel laterit di Sorowako dapat dibagi menjadi dua, yaitu blok Barat (*West Block*) dan blok Timur (*East Block*) yang berbeda satu sama lainnya (Gambar 2.4). Perbedaan topografi sangat mencolok,

pada umumnya *East Block* memiliki topografi yang landai sedikit berbukit. Sedangkan di *West Block* pada umumnya topografinya terjal membentuk pegunungan. Pada daerah *west block* batuan didominasi oleh harzburgit dengan beberapa batuan dunit yang kaya olivin. Kandungan olivin tinggi dan piroksen yang hadir umumnya orthopiroksen. Batuan di daerah ini umumnya tidak terserpentinisasi atau sedikit terserpentinisasi. Sifat material yang relatif keras menyebabkan kesulitan dalam penambangan, namun batuan di daerah ini menunjukkan rasio silika magnesia yang relatif lebih tinggi (2,2 –2,6) di banding *east block*. Daerah Blok Timur di dominasi oleh lherzolit dengan kandungan olivin yang rendah dan mengandung orthopiroksen maupun klinopiroksen. Peningkatan derajat serpentinisasi di daerah ini didukung juga oleh peningkatan kandungan magnetik dalam material batuan. Sifat batuan relatif lebih lunak dan menunjukkan rasio silika magnesia yang lebih rendah dibandingkan Blok Barat (Ahmad, 2009).

#### **II.3.4 Zona Bijih (*Ore*) Nikel**

Ore adalah nama lain dari bijih, yakni batu yang mengandung mineral penting baik itu logam maupun bukan logam. Bijih (*ore*) diekstraksi melalui penambangan yang kemudian hasilnya dimurnikan untuk mendapatkan unsur-unsur yang bernilai ekonomis.

Pada profil laterit, zona bijih (*ore*) yang memiliki nilai ekonomis sebagian besar di definisikan berdasarkan dari *cut-off* kualitas nikel yang ekonomis. Dengan demikian, zona bijih (*ore*) yang merupakan bagian dari profil laterit yang kualitas nikel dinilai berdasarkan nilai *cut-off* yang digunakan untuk *orebody*.



Gambar 2.5 Profil dari zona bijih (*ore*) nikel (Ahmad, 2009)

Pada Gambar 2.5 distribusi dari nikel pada daerah Sorowako dan Petea pada umumnya zona bijih (*ore*) terdapat pada zona saprolit, tetapi mungkin sebagian terdapat pada zona limonit. Jumlah pada zona limonit yang terisi nikel bernilai ekonomis tergantung dari cadangannya (Ahmad, 2009).

#### II.4 Metode Geolistrik

Metode yang mampu mendeteksi keberadaan bawah permukaan adalah metode Geolistrik. Metode ini mempelajari sifat aliran listrik di bumi dan cara mendeteksinya di permukaan bumi. Metode geolistrik terdiri dari beberapa metode seperti metode geolistrik resistivitas, IP (*Induced Polarization*), SP (*Self Potential*) dan lain-lain (Massinai et al., 2018).

Metode ini menganut prinsip bahwa lapisan batuan memiliki nilai tahanan jenis (resistivitas) yang berbeda. Nilai resistivitas setiap lapisan batuan ditentukan oleh faktor jenis bahan penyusunnya, kandungan air dalam batuan, sifat kimia air, dan porositas batuan tersebut (Massinai et al., 2021).

Tujuan dari survei kelistrikan adalah untuk menentukan distribusi resistivitas bawah permukaan dengan melakukan pengukuran di permukaan tanah. Dari pengukuran ini, sebenarnya resistivitas di bawah permukaan dapat diperkirakan.

Resistivitas tanah/batuan berhubungan dengan berbagai parameter geologi seperti kandungan mineral, fluida, porositas dan tingkat saturasi air pada batuan. Survei resistivitas listrik telah digunakan selama beberapa dekade di hidrogeologi, pertambangan, investigasi geoteknik dan survei lingkungan (Loke, 2004).

#### **II.4.1 Prinsip Dasar Metode Resistivitas**

Menurut Syamsuddin (2007) prinsip dasar metode resistivitas adalah Hukum Ohm yang pertama kali dicetuskan oleh George Simon Ohm, menyatakan bahwa beda potensial yang timbul di ujung-ujung suatu medium berbanding lurus dengan arus listrik yang mengalir pada medium tersebut. Selain itu, George Simon Ohm juga menyatakan bahwa tahanan listrik berbanding lurus dengan panjang medium dan berbanding terbalik dengan luas penampangnya. Formulasi dari kedua pernyataan Ohm di atas, dapat dituliskan sebagai berikut:

$$V \approx I \text{ atau } V = I \cdot R \quad (2.1)$$

$$R \approx \frac{L}{A} \text{ atau } R = \rho \frac{L}{A} \quad (2.2)$$

Prinsip pelaksanaan survei resistivitas adalah mengalirkan arus listrik searah ke dalam bumi melalui dua elektroda arus yang ditancapkan pada dua titik permukaan tanah dan kemudian mengukur respon beda potensial yang terjadi antara dua titik yang lain di permukaan bumi dimana dua elektroda potensial ditempatkan dalam suatu susunan tertentu (Syamsuddin, 2007).

#### **II.4.2 Potensial pada Bumi Homogen Isotropik**

Apabila suatu arus kontinu dialirkan kedalam medium yang homogen isotropik, Jika  $\delta A$  adalah elemen luas permukaan dan  $J$  adalah rapat arus listrik ( $A/m^2$ ), maka

besarnya elemen arus yang melalui elemen permukaan tersebut adalah (Telford et al.,1990) :

$$dI = \vec{j} \cdot d\vec{A} \quad (2.3)$$

Sedang rapat arus  $\vec{j}$  dan medan listrik  $E$  yang ditimbulkan dihubungkan dengan hokum Ohm

$$\vec{j} = \sigma \vec{E} \quad (2.4)$$

Dengan  $E$  medan listrik dalam volt/meter dan  $\sigma$  adalah konduktivitas medium dalam ( $\Omega/m$ ), karena medan listrik tidak lain adalah gradien potensial sehingga:

$$\vec{E} = -\nabla V \quad (2.5)$$

Dengan  $V$  adalah potensial listrik, Maka:

$$\vec{j} = -\sigma \vec{\nabla} V \quad (2.6)$$

Untuk arus tetap, maka berlaku persamaan:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{j} = 0 \quad (2.7)$$

Maka,

$$\vec{\nabla}(\sigma \cdot \vec{\nabla} V) = 0 \quad (2.8)$$

$$\vec{\nabla} \sigma \cdot \vec{\nabla} V + \sigma \vec{\nabla}^2 V = 0 \quad (2.9)$$

Jika  $\sigma$  adalah koefisien konstan, maka suku pertama pada persamaan (2.9) akan hilang dan memenuhi persamaan Laplace yang disebut potensial harmonik:

$$\nabla^2 V = 0 \quad (2.10)$$

#### **II.4.3 Potensial Listrik Akibat Arus Tunggal di dalam Bumi**

Pada model homogen isotropis yang mana elektroda arus ditancapkan di dalam bumi yang berfungsi sebagai sumber injeksi arus listrik ke segala arah dalam bumi seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.6. Pada setiap titik equipotensial dalam

bumi yang membentuk permukaan bola yang mempunyai jari-jari  $r$ . sehingga arus yang keluar melalui luas permukaan bola dengan jari-jari  $r$  yaitu (Telford et al., 1990):

$$\frac{d}{dr} \left( r^2 \frac{dv}{dr} \right) = 0 \quad (2.11)$$

Integrasi sebanyak dua kali terhadap persamaan (2.11) menghasilkan:

$$\int r^2 \frac{dv}{dr} dr = 0 \rightarrow r^2 \frac{dv}{dr} = P \rightarrow \frac{dv}{dr} = \frac{P}{r^2} \quad (2.12)$$

$$V = \int \frac{P}{r^2} dr = -\frac{P}{r} + Q \quad (2.13)$$

Dengan P dan Q merupakan konstanta. Dengan menerapkan batas bawah potensial pada jarak tak terhingga memiliki harga sama dengan nol ( $V = 0, r = \infty$ ), maka Q = 0, sehingga persamaan (2.13) menjadi:

$$V = -\frac{P}{r} \quad (2.14)$$

Dalam kasus sumber arus di dalam bumi homogen isotropik, maka medan-medan ekipotensialnya berbentuk bola. Sehingga jumlah arus yang menembus permukaan medan ekipotensial berbentuk bola tersebut adalah:

$$I = A J \quad (2.15)$$

Persamaan (2.3) dan (2.6) pada persamaan (2.15) maka didapatkan:

$$I = 4\pi r^2 \vec{J} = 4\pi r^2 (-\sigma \vec{\nabla} V) \quad (2.16)$$

Karena  $V$  dalam fungsi  $r \rightarrow \vec{\nabla} V = \frac{dv}{dr}$ , kemudian persamaan (2.14) disubstitusikan ke persamaan (2.16) maka,

$$I = 4\pi r^2 \sigma \frac{P}{r^2} = -4\pi \sigma P \quad (2.17)$$

Karena  $\sigma = \frac{1}{\rho}$ , maka persamaan (2.17) dapat ditulis:

$$I = -4\pi\frac{1}{\rho}P \rightarrow P = -\frac{I\rho}{4\pi} \quad (2.18)$$

Persamaan (2.18) disubstitusikan pada persamaan (2.14) maka dihasilkan:

$$V = \left(\frac{I\rho}{4\pi}\right)\frac{1}{r} \quad (2.19)$$

Dengan,

$V$  = Potensial Listrik (Volt)

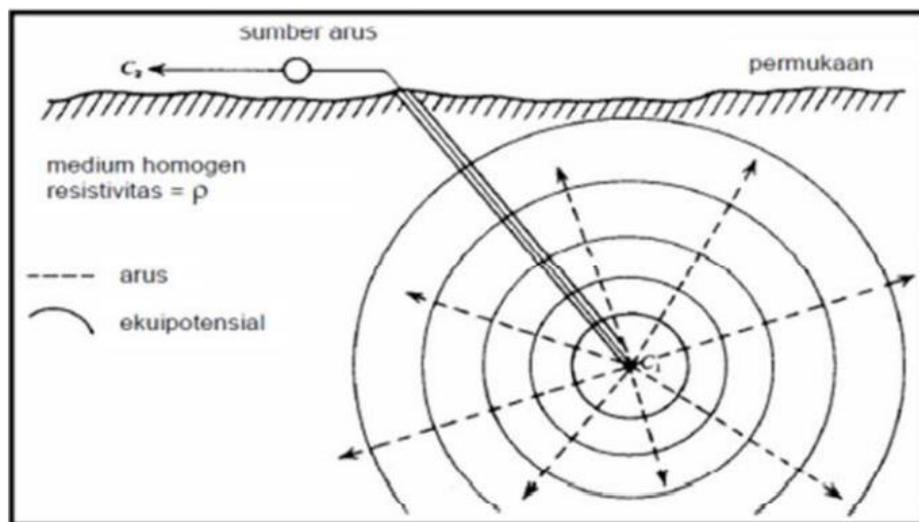
$I$  = Kuat Arus Listrik (ampere)

$\rho$  = Resistivitas (Ohm.m)

$P$  = Konstanta

$\vec{J}$  = Rapat Arus ( $A/m^2$ )

$\sigma$  = Konduktivitas (S/m)



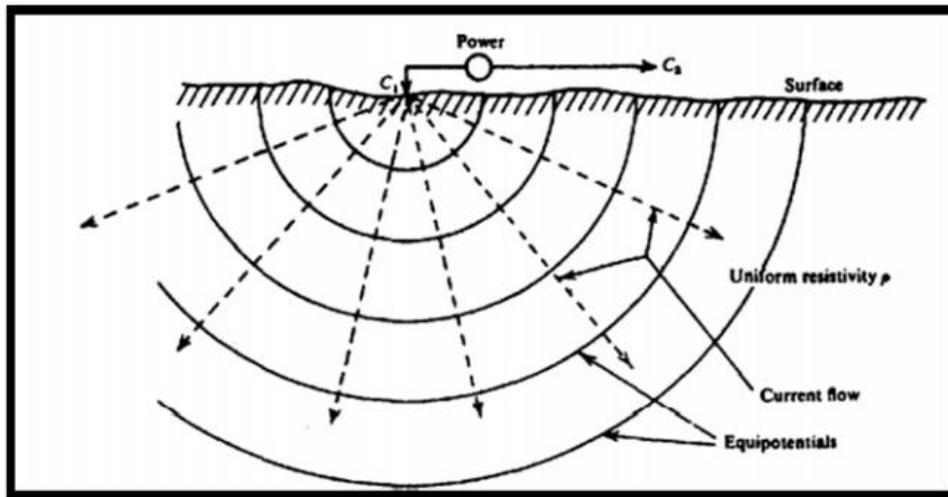
Gambar 2.6 Sumber Arus di Dalam Bumi (Telford et al., 1990)

#### II.4.4 Potensial Listrik Akibat Arus Tunggal di Permukaan Bumi

Apabila elektroda arus berada di permukaan pada medium homogen isotropik seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.7 dan nilai konduktivitas udara sama

dengan nol, maka bidang equipotensial yang tinggal membentuk setengah bola sehingga persamaan (2.19) menjadi (Telford et al., 1990):

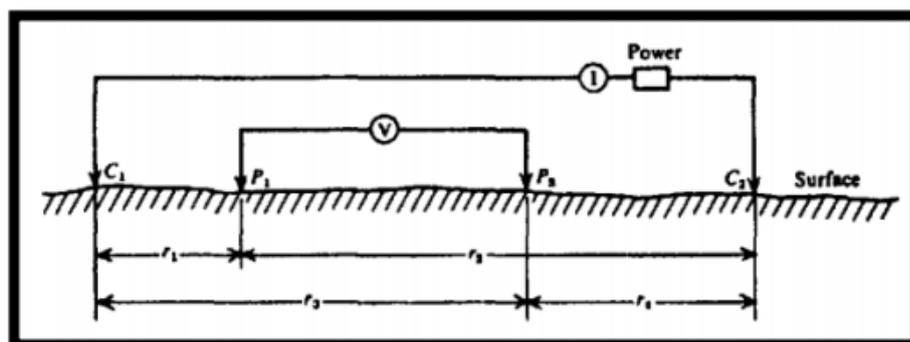
$$V = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \frac{1}{r} \quad (2.20)$$



Gambar 2.7 Sumber Arus di Permukaan (Telford et al., 1990)

#### II.4.5 Potensial Oleh Dua Sumber Arus di Permukaan Bumi

Pada pengukuran geofisika resistivitas umumnya menggunakan dua buah elektroda arus dan dua buah elektroda potensial seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.8. Namun ada juga metode geolistrik yang menggunakan kurang dari dua pasang elektroda, baik itu hanya elektroda arus atau hanya sepasang elektroda (satu elektroda arus dan satu elektroda potensial) (Telford et al., 1990).



Gambar 2.8 Dua Elektroda Arus dan Potensial di Permukaan (Telford et al., 1990)

Ketika jarak antara dua elektroda arus dibatasi di permukaan, maka besarnya nilai potensial di permukaan dipengaruhi oleh kedua elektroda arus tersebut. Potensial total di titik P<sub>1</sub> yang ditimbulkan arus C<sub>1</sub> dan C<sub>2</sub> adalah (Telford et al., 1990):

$$V_{P1} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) \quad (2.21)$$

Dan potensial total di titik P<sub>2</sub> yang ditimbulkan arus C<sub>1</sub> dan C<sub>2</sub> adalah:

$$V_{P2} = \left(\frac{I\rho}{2\pi}\right) \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \quad (2.22)$$

Beda potensial antara P<sub>1</sub> dan P<sub>2</sub> sebagai berikut :

$$\Delta V = V_{P1} - V_{P2} \rightarrow \Delta V = \frac{I\rho}{2\pi} \left\{ \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right) \right\} \quad (2.23)$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$\rho = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right]} \frac{\Delta V}{I} \quad (2.24)$$

Atau dapat dituliskan:

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (2.25)$$

Dengan

$$K = \frac{2\pi}{\left[\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right) - \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_4}\right)\right]} \quad (2.26)$$

Dengan,

$\Delta V$  = Beda Potensial (Volt)

$I$  = Kuat Arus Listrik (Ampere)

$\rho$  = Resistivitas (Ohm.m)

$r_1$  = Jarak Antara C<sub>1</sub> dan P<sub>1</sub> (meter)

$r_2$  = Jarak Antara C<sub>2</sub> dan P<sub>1</sub> (meter)

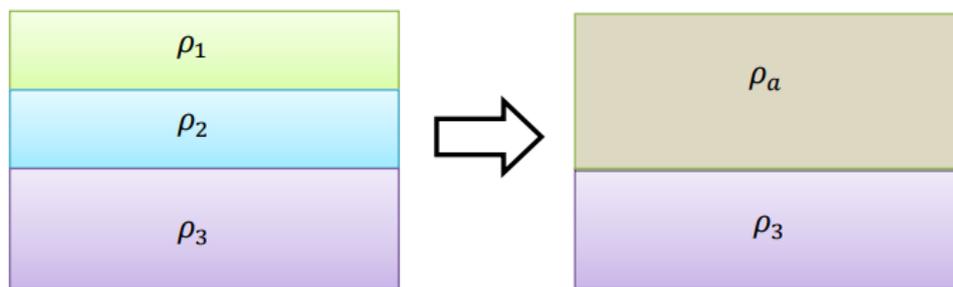
$r_3$  = Jarak Antara  $C_1$  dan  $P_2$  (meter)

$r_4$  = Jarak Antara  $C_2$  dan  $P_2$  (meter)

$K$  = Faktor Geometri Elektroda

#### II.4.6 Konsep Resistivitas Semu

Pada metode resistivitas ini, bumi dianggap bersifat homogen isotropis, maka pengukuran akan menunjukkan besaran resistivitas yang tidak bergantung pada jarak elektroda potensial yang akan digunakan. Akan tetapi, kenyataannya bumi terdiri dari lapisan-lapisan dengan resistivitas yang berbeda-beda. Oleh karena itu, nilai resistivitas yang terukur harus bergantung pada jarak elektroda potensial, sehingga potensialnya merupakan pengaruh dari lapisan-lapisan tersebut. Maka nilai resistivitas yang terukur bukanlah nilai resistivitas sebenarnya, melainkan resistivitas semu ( $\rho_a$ ). Seperti yang diilustrasikan pada Gambar 2.9 (Hendrajaya dan Arif, 1990).



Gambar 2.9 Konsep Resistivitas Semu (Hendrajaya dan Arif, 1990)

Nilai resistivitas yang dihitung bukanlah resistivitas sebenarnya dari bawah permukaan, tetapi nilai "semu" yaitu resistivitas suatu tanah homogen yang akan memberikan nilai resistansi yang sama untuk susunan elektroda yang sama. Hubungan antara resistivitas "semu" dan resistivitas "sebenarnya" sangatlah kompleks. Untuk menentukan resistivitas sebenarnya dari bawah permukaan tanah

diperlukan penginversian hasil resistivitas semu dengan menggunakan program di komputer (Loke, 2004).

#### **II.4.7 Konfigurasi *Gradient***

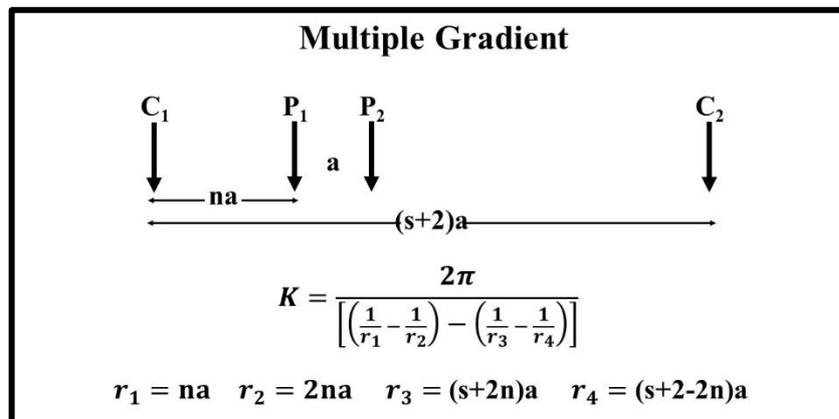
Konfigurasi *gradient* adalah salah satu konfigurasi yang jarang digunakan. Konfigurasi *gradient* mampu mendapatkan data set yang yang besar, karena itu konfigurasi ini harus menggunakan sistem *multichannel* agar tidak dapat menghabiskan waktu. Konfigurasi ini berfokus dalam eksplorasi mineral.

Konfigurasi *gradient* mampu memberikan hasil resolusi yang paling baik di bawah permukaan di banding dengan konfigurasi lain. Konfigurasi lain memiliki daerah investigasi yang dangkal dan juga mampu mendapatkan resolusi yang baik dari struktur vertikal. Tetapi konfigurasi *gradient* lebih sensitif terhadap *noise* jika dibandingkan dengan konfigurasi Wenner (Dahlin dan Zhou, 2004).

Konfigurasi *gradient* dilakukan dengan menginjeksi elektroda arus dengan jarak pemisah  $(s+2)a$  seperti yang diilustrasikan pada gambar 2.10 selanjutnya elektroda potensial berada ditengah elektroda arus dengan jarak  $a$ .  $s$  adalah bilangan bulat dimana merupakan nilai maksimum antara elektroda arus. Sedangkan faktor  $n$  dapat didefinisikan sebagai jarak antara elektroda arus dan elektroda potensial terdekat. Oleh karena itu, hal ini dapat digunakan untuk mendefinisikan mid poin elektroda potensial terhadap mid poin elektroda arus yang dapat dituliskan sebagai berikut (Dahlin dan Zhou, 2006):

$$m = \frac{(x_M + x_N)/2 - (x_A + x_B)/2}{x_N - x_M} = \frac{x_{MN} - x_{AB}}{a} \quad (2.27)$$

Dengan  $m$  adalah mid point,  $X_M$  adalah posisi elektroda M dan  $X_N$  posisi elektroda N,  $X_A$  adalah posisi elektroda A dan  $X_B$  adalah posisi elektroda B. Dari gambar dapat diperoleh besarnya faktor geometri untuk konfigurasi *gradient*.



Gambar 2.10 Sketsa dari konfigurasi *gradient* dengan memperlihatkan titik elektroda dengan jarak antar elektroda arus ( $C_1$  dan  $C_2$ ) dan elektroda potensial ( $P_1$  dan  $P_2$ ) (Dahlin dan Zhou, 2004)

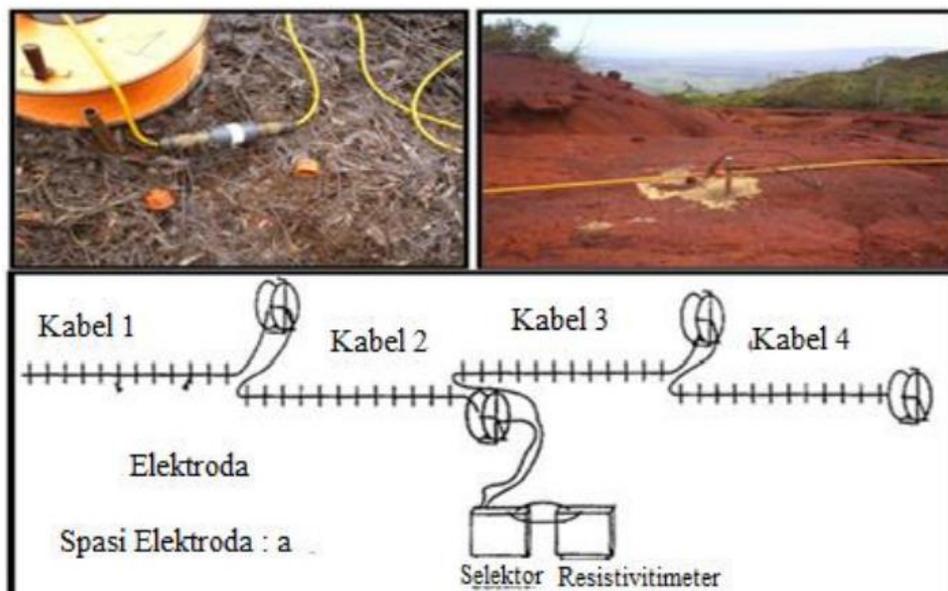
#### II.4.8 Prinsip Dasar Electrical Resistivity Tomography

ERT 2D adalah kombinasi antara elektrikal *sounding* dan *profiling*. Diasumsikan bahwa resistivitas listrik tidak berubah secara tegak lurus terhadap profil. Hipotesis ini wajar untuk diteruskan badan geologi oleh karena itu, metode ini dapat digunakan. Secara umum, ERT geofisika harus dilakukan berbarengan dengan badan penelitian, ini akan memberikan bentuk dan dimensi yang benar. Untuk memenuhi hipotesis ini, perlu dilakukan pengukuran mengikuti berbagai garis, tegak lurus terhadap struktur utama, saling berhubungan dan cukup jauh untuk dapat memperkirakan struktur homogenitas kedalaman (Surawan, 2014).

Prinsip ERT (Gambar 2.11) didasarkan pada penggunaan sistem multi-elektroda yang terbuat dari selektor elektroda dan *multichannel* sistem akuisisi yang memungkinkan koneksi dengan satu set elektroda yang tertanam dan terhubung ke

resistivitas meter. *Resistivitymeter* terhubung ke laptop yang telah mempunyai program akuisisi secara berurut yang secara otomatis memilih nomor elektroda arus dan elektroda potensial (mengukur potensial). Setiap elektroda ditentukan oleh alamat numerik yang unik dalam sistem yang dapat diidentifikasi oleh komputer. Pengukuran ini dapat secara otomatis menyimpan data dari ratusan pengukuran single-channel. Data yang disajikan dalam bentuk penampang plot, yang diperoleh dengan menempatkan setiap nilai resistivitas semu pada penampang lintasan. Titik yang terletak dibawah elektroda ABMN dengan kedalaman setengah dari AB disebut dengan penampang kedalaman.

Batas lapisan resistivitas yang sama pada beberapa kasus yang sama dapat memberikan penampang guna mendapatkan penampang resistivitas yang sebenarnya. Namun, dalam sebagian besar kasus *inverse modelling* wajib dilakukan.



Gambar 2.11 Skema proses akuisisi ERT (Surawan, 2014)

## II.5 Hubungan Antara Geologi dan Nilai Resistivitas

Sebelum dilakukan survei resistivitas, nilai resistivitas dari batuan dan material lainnya perlu diketahui berdasarkan beberapa sifat umum batuan. Survei resistivitas akan memberikan gambaran distribusi resistivitas bawah permukaan. Selanjutnya, akan diinterpretasi berdasarkan model geologi bawah permukaan (Loke, 2004). Pada setiap jenis batuan memiliki tingkat resistivitas yang berbeda-beda. Untuk jenis batuan yang terbentuk dari magma yang telah mengalami pendinginan akan memiliki resistivitas yang tinggi, sedangkan untuk batuan sedimen memiliki resistivitas terendah. Beberapa hal yang mempengaruhi resistivitas jenis batuan diantaranya adalah usia dan litologi batuan tersebut. Hal ini sangat berpengaruh terhadap porositas batu dan Salinitas air yang dikandungnya. Porositas dan salinitas air yang berlebih akan menyebabkan berkurangnya resistivitas. Adapun nilai resistivitas suatu material di dalam bumi dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut (Telford et al., 1990).

Tabel 2.1 Nilai Resistivitas Batuan dan Mineral (Telford et al., 1990)

<b>Material</b>	<b>Resistivitas (<math>\Omega\text{m}</math>)</b>
Air Tanah ( <i>ground water</i> )	0.5 – 10
Topsoil	250 – 170
Gabro	100 – 500000
Batu Pasir ( <i>Sandstone</i> )	200 – 8000
Gamping ( <i>Limestone</i> )	50 – 10000000
Basal ( <i>Basalt</i> )	1000 – 1000000
Kwarsa ( <i>Quartz</i> )	500 – 800000
Peridotit	3000 (wet) – 650000 (dry)
Batu Serpih ( <i>Shale</i> )	20 – 2000
Konglomerat	6000 – 20000
Kerikil ( <i>Gravel</i> )	100 – 600
Lempung ( <i>Clay</i> )	1 – 100
Limonite	10000 – 10000000
Laterite	800 – 1500
Laterite Soil	120 – 750

Nilai resistivitas profil nikel laterit pada area sorowako blok timur terbagi menjadi tiga yaitu zona limonit, saprolit dan *bedrock*. Pada zona limonit memiliki nilai resistivitas berkisar 100 – 1000  $\Omega\text{m}$ , zona saprolit memiliki nilai resistivitas berkisar 20 – 300  $\Omega\text{m}$  dan zona *bedrock* memiliki nilai resistivitas  $>300 \Omega\text{m}$ .

## **II.6 Proses Inversi**

Proses inversi dalam bidang geofisika bertujuan mencari model yang memberikan respon yang mirip dengan nilai pengukuran di lapangan sehingga didapatkan jenis model yang merupakan representasi matematis ideal dari suatu bagian bumi. Semua metode inversi geofisika pada dasarnya berusaha untuk menentukan model bawah permukaan yang memiliki respon sesuai dengan data terukur dalam batasan-batasan tertentu. Kuantitas fisis yang ingin diestimasi dari data yang diamati merupakan seperangkat parameter yang dimiliki model. Istilah respon model merupakan bagian data sintesis yang dapat dihitung dari hubungan matematis yang menjelaskan model tersebut untuk seperangkat parameter model (Loke, 2004).

Pemodelan inversi (*inverse modeling*) sering dikatakan sebagai “kebalikan” dari pemodelan ke depan karena dalam pemodelan inversi parameter model diperoleh secara langsung dari data. Menke (1984) mendefinisikan teori inversi sebagai kesatuan teknik atau metode matematika dan statistika untuk memperoleh informasi yang berguna mengenai suatu sistem fisika berdasarkan observasi terhadap sistem tersebut. Sistem fisika yang dimaksud adalah fenomena yang kita tinjau, hasil observasi terhadap sistem adalah data sedangkan informasi yang ingin diperoleh dari data adalah model atau parameter model (Grandis, 2009).

Kesesuaian antara respons model dengan data pengamatan umumnya dinyatakan oleh suatu fungsi obyektif yang harus diminimumkan. Proses pencarian minimum fungsi obyektif tersebut berasosiasi dengan proses pencarian model optimum. Jika suatu fungsi mencapai minimum maka turunannya terhadap variabel yang tidak diketahui di titik minimum tersebut berharga nol. Karakteristik minimum suatu fungsi tersebut digunakan untuk pencarian parameter model. Secara umum, model dimodifikasi sedemikian hingga respons model menjadi fit dengan data. Proses tersebut jelas bahwa pemodelan inversi hanya dapat dilakukan jika hubungan antara data dan parameter model (fungsi pemodelan ke depan) telah diketahui (Grandis, 2009).

## **II.7 Interpolasi Kriging**

Interpolasi merupakan metode yang digunakan untuk mendapatkan data berdasarkan beberapa data yang diketahui. Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang tidak diukur, sehingga nilai-nilai yang tidak diukur dapat diperkirakan sehingga dapat dibuat sebaran nilai pada seluruh wilayah (Pramono, 2008).

Pada metode geolistrik 2D perlu digunakan metode interpolasi untuk memperkirakan pola nilai di antara titik-titik datum yang tidak terukur. Dari pola nilai tersebut akan dijadikan penampang resistivitas. Penampang yang dihasilkan berupa penampang warna-warni yang setiap warnanya mewakili nilai-nilai dari yang terkecil sampai yang terbesar. Untuk membuat penampang resistivitas dengan beberapa titik datum yang diketahui, maka digunakan metode interpolasi Kriging.

Istilah kriging diambil dari nama seorang ahli yaitu D.G. Krige, yang pertama kali menggunakan korelasi spasial dan penduga tak bias. Kriging adalah suatu metode untuk memperkirakan nilai suatu variabel pada suatu titik atau blok yang tidak memiliki nilai sampel dengan menggunakan kombinasi linear dari variabel yang diketahui (Octova et al., 2020).

Persamaan untuk menghitung nilai estimasi pada titik tertentu adalah sebagai berikut (Isaaks & Srivastava, 1989).

$$Z_A = \sum_{i=1}^n W_i Z_i \quad (2.28)$$

Dengan,

- $Z_A$  = nilai estimasi pada titik A
- $N$  = jumlah data yang akan digunakan
- $W_i$  = nilai pembobotan pada lokasi  $i$
- $Z_i$  = nilai yang terukur pada lokasi  $i$