

Pendugaan Mineral Kromit dengan Metode *Electrical Resistivity Tomography* di Daerah Wosu-Morowali Sulawesi Tengah

Budy Santoso*, Eddy Supriyana, Bambang Wijatmoko

Departemen Geofisika, FMIPA, Universitas Padjadjaran

*E-mail: budi@geophys.unpad.ac.id

Abstrak

Mineral kromit di daerah Wosu, Bungku Barat, Morowali terdapat pada endapan plaser. Penyebaran mineral kromit di daerah penelitian dapat diketahui dengan menggunakan Metode *Electrical Resistivity Tomography* (ERT). Metode ERT adalah metode pengukuran resistivitas dipermukaan tanah dengan menggunakan banyak elektroda, agar diperoleh variasi distribusi resistivitas bawah permukaan secara lateral dan vertikal, sehingga didapatkan citra bawah permukaan. Konfigurasi elektroda yang digunakan dalam akuisisi data ERT yaitu Konfigurasi *Wenner*. Pengolahan data menggunakan program inversi *Earth Imager 2D/3D*. Berdasarkan hasil pengukuran ERT yang telah dikorelasikan dengan hasil test pit, mineral kromit terdapat pada lapisan pasir dengan fragmen batuan peridotit, rijang dan fragmen batu gamping dengan nilai resistivitas (73 – 188) Ohm.m, sedangkan nilai resistivitas (16 – 72) Ohm.m di duga pasir dengan fragmen kerikil kerakal, sedangkan *bedrock* diduga terdapat pada lapisan yang memiliki nilai resistivitas < 16 Ohm.m

Kata Kunci: *Earth-Imager, fragmen peridotit, plaser dan Wenner*

1. Pendahuluan

Daerah Wosu, Kecamatan Bungku Barat, Kabupaten Morowali, Provinsi Sulawesi Tengah (Gambar 1) merupakan salah satu daerah yang memiliki potensi sumber daya alam diantaranya mineral kromit. Mineral kromit (FeCr_2O_3) merupakan mineral oksida dari besi kromium dengan bijih logam kromium. Mineral ini terdapat dalam batuan beku ultramafik seperti batuan peridotit yang berasosiasi dengan kompleks ofiolit. Endapan kromit di daerah Morowali diperkirakan berkaitan dengan keberadaan ofiolit di bagian baratdaya-baratlaut Sulawesi.



Gambar 1. Lokasi penelitian di daerah Wosu, Bungku Barat, Morowali, Sulawesi Tengah

Menurut Simandjuntak, dkk (1993), stratigrafi daerah penelitian dapat dikelompokkan menjadi 4 satuan batuan, terdiri atas :

- Aluvium (Qa), merupakan endapan paling muda berumur Holosen, terdiri dari : lumpur, lempung, pasir, kerikil, dan kerakal.
- Formasi Tomata (Tmpt), berumur Plistosen, terdiri dari : perselingan antara batupasir, konglomerat, batulempung, dan tuf dengan sisipan lignit,
- Komplek Ultramafik, berumur Kapur terdiri dari : septinit, dunit, gabro, peridotit, harzburgit, wehrlit dan diabas,
- Formasi Tokala, berumur Trias, terdiri dari : perselingan batugamping klastik, serpih, napal, batupasir sela wake, dan lempungpasiran dengan sisipan argilit.

Endapan kromit sekunder terdapat dua jenis, yaitu pasir hitam dan tanah laterit. Proses pelapukan terhadap batuan yang mengandung kromit mengakibatkan terjadinya akumulasi butir-butir kromit yang berbentuk pasir berwarna hitam. Hal ini dapat terjadi karena kromit mempunyai berat jenis tinggi dan tahan terhadap pelapukan. Pada daerah tropis, pelarutan mineral silikat yang terdapat dalam batuan ultramafik dapat menghasilkan tanah laterit yang mengandung kromit walaupun kecil.

Berdasarkan penelitian terdahulu keterdapat endapan kromit di daerah Bungku Barat, Sulawesi Tengah diperkirakan merupakan endapan yang terbentuk dari akumulasi hasil desintegrasi fragmen batuan konglomerat dengan komponen batuan beku ultrabasa (peridotit, harzburgite) yang mengalami pelapukan kemudian tertransportasi oleh media air, baik oleh aliran sungai maupun arus

gelombang laut sepanjang pantai sehingga membentuk endapan alluvial pantai (Toreno, 2010).

Berdasarkan kajian geologi dan penelitian terdahulu, maka dilakukan penelitian lanjutan dengan metode Geolistrik *Electrical Resistivity Tomography (ERT)*. Metode ini dipilih karena kemampuannya dalam membedakan resistivitas mineral kromit dengan resistivitas batuan disekitarnya. Hasil pengukuran ERT dapat mencitrakan sebaran resistivitas bawah permukaan daerah penelitian secara lateral dan vertikal. Setelah dikorelasikan dengan data geologi setempat dan data *test pit*, citra resistivitas mineral kromit hasil pengukuran ERT dapat diketahui.

2. Metode

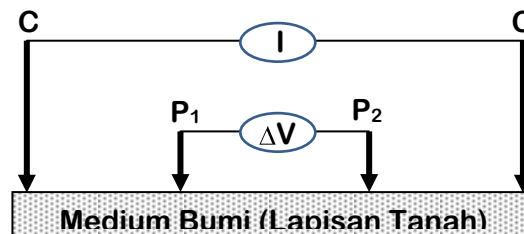
Metode Geofisika yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Geolistrik *Electrical Resistivity Tomography (ERT)*. Metode ERT adalah Metode pengukuran resistivitas dipermukaan tanah / batuan dengan menggunakan banyak elektroda, agar diperoleh variasi distribusi resistivitas bawah permukaan secara lateral dan vertikal, sehingga didapatkan citra bawah permukaan (Santoso, B., dkk, 2016). Metode ERT merupakan salah satu metode geolistrik yang sering digunakan untuk eksplorasi mineral logam (Reynolds, 1998).

Pemilihan metode ERT didasarkan atas hipotesis bahwa mineral kromit memiliki kontras resistivitas terhadap batuan di sekitar lingkungan pengendapan mineral, seperti : pasir, lempung, fragmen batuan peridotit, dan fragmen batugamping. Adanya kontras resistivitas memungkinkan pendugaan keberadaan mineral kromit dapat di deteksi menggunakan metode ERT.

Dalam metode ERT, sifat aliran listrik yang dipelajari adalah resistivitas batuan. Resistivitas batuan merupakan besaran fisika yang berhubungan dengan kemampuan suatu batuan dalam menghantarkan arus listrik. Lapisan batuan yang mempunyai nilai resistivitas rendah berarti mudah menghantarkan arus listrik, sebaliknya jika lapisan batuan mempunyai nilai resistivitas tinggi berarti sulit menghantarkan arus listrik. Pada Gambar 2 ditunjukkan skema pengukuran resistivitas, arus listrik di injeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus (C_1 dan C_2), kemudian respon beda potensial antara dua titik dipermukaan yang diakibatkan oleh aliran arus tersebut, diukur melalui dua elektroda potensial (P_1 dan P_2). Berdasarkan nilai arus listrik (I) yang diinjeksikan dan beda potensial (ΔV) yang ditimbulkan, besarnya resistivitas (ρ) dapat dihitung dengan persamaan rumus dibawah ini :

$$\rho = K \frac{\Delta V}{I} \quad (1)$$

Parameter K disebut faktor geometri. Faktor geometri merupakan besaran koreksi terhadap perbedaan letak susunan elektroda arus dan potensial. Oleh karena itu, nilai faktor geometri ini sangat ditentukan oleh jenis konfigurasi elektroda yang digunakan.

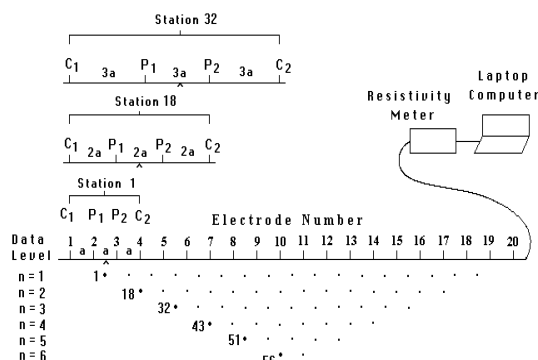


Gambar 2. Skema susunan elektroda arus dan potensial

2.1 Metode Pengumpulan Data

Akuisisi data ERT diperoleh menggunakan alat Res dan IP Meter Supersting R8 dengan switch box 56 elektroda. Jumlah lintasan sebanyak 4 lintasan dengan panjang masing-masing lintasan 1100m. Lokasi pengukuran ERT di sekitar pantai dengan posisi lintasan ERT tegak lurus pantai.

Konfigurasi elektroda yang digunakan dalam akuisisi data ERT, yaitu konfigurasi *Wenner*. Sistematika pengukuran ERT dengan konfigurasi *Wenner* ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema pengukuran ERT dengan konfigurasi Wenner (Loke, 2004)

Pada Gambar 3, C_1 dan C_2 adalah pasangan elektroda arus, P_1 dan P_2 adalah pasangan elektroda potensial dan a adalah spasi antar elektroda dengan jarak yang sama. Faktor geometri (K) konfigurasi *Wenner* dapat dihitung dengan persamaan dibawah ini :

$$K = 2\pi a \quad (2)$$

Nilai resistivitasnya dapat dihitung dengan persamaan di bawah ini :

$$\rho_s = 2\pi a \frac{\Delta V}{I} \quad (3)$$

dengan ρ_s : resistivitas semu (Ohm.m), ΔV : beda potensial (V), I : arus yang diinjeksikan (A), dan a : jarak antara elektroda (m).



Pertimbangan akuisisi data ERT dengan konfigurasi Wenner karena memiliki resolusi lateral yang tinggi. Mineral kromit di daerah penelitian merupakan mineral kromit sekunder dengan arah penyebaran secara lateral pada tanah laterit dan pasir pantai.

2.2 Metode Analisis Data

Data mentah yang diperoleh dari hasil pengukuran ERT masih merupakan nilai resistivitas semu. Untuk memperoleh nilai resistivitas sebenarnya, maka dilakukan pengolahan data menggunakan perangkat lunak inversi *Earth Imager 2D/3D*.

Dalam menganalisis data ERT diperlukan nilai resistivitas batuan / mineral. Resistivitas batuan / mineral ditentukan secara *insitu* serta dari penelitian terdahulu. Resistivitas batuan dan mineral secara *insitu* dilakukan berdasarkan data ERT lintasan 1 yang dikorelasikan dengan data *test pit* (Tabel 3), sedangkan resistivitas referensi menggunakan hasil penelitian terdahulu mengenai kromit pada endapan plaser (Tabel 1).

Tabel 1. Resistivitas Batuan dan Mineral pada Endapan Plaser

No.	Batuan / Mineral	Resistivitas (Ohm.m)
1	Pasir, fragmen batuan peridotit, gravel, kromit konsentrasi sedang	146 – 295
2	Pasir	< 72

Sumber: Santoso, B dan Subagio, 2016: 183

Data ERT dianalisis berdasarkan nilai resistivitas batuan / mineral. Data yang dianalisis yaitu mineral kromit, fragmen batuan dan batuan yang terdapat pada lingkungan pengendapan. Dalam melakukan analisis dan interpretasi ada beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu :

1. Penampang ERT hasil inversi harus sesuai dengan model geologi di daerah penelitian.
2. Nilai *RMS error* hasil dari pemodelan resistivitas harus kecil (< 10%), sehingga penyimpangan nilai resistivitas dan kedalaman kecil.
3. Jika hasil pemodelan *RMS error* nya kecil (misalnya 3%) tetapi model geologinya tidak sesuai, maka harus dilakukan pemodelan kembali dengan metode inversi lain yang terdapat pada *software* tersebut.
4. Interpretasi dilakukan menggunakan nilai resistivitas secara *insitu* dan resistivitas dari referensi lain dengan kondisi geologi yang sama.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari penampang ERT sebanyak 4

penampang dan data *test pit*. Penampang ERT diperoleh dari pemodelan resistivitas dengan perangkat lunak inversi *Earth Imager 2D/3D* dengan *rms error* < 3%. *Test pit* dilakukan pada lintasan 1 elektroda 28 yang diduga terdapat anomali, dengan tujuan untuk memperoleh resistivitas mineral kromit secara *insitu*. Hasil *test pit* / sumur uji pada lintasan 1 elektroda 28 ditunjukkan pada Tabel 2, sedangkan hasil korelasi dengan penampang ERT ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Data *Test Pit* Lintasan 1 Elektroda 28

No	Kedalaman (m)	Deskripsi
1	0,5 - 1	Pasir kasar dengan fragmen batuan peridotit, koral, batugamping dan batu rijang
2	1 - 1,5	Gravel dengan fragmen batuan peridotit, koral, batugamping, well rounded dengan matriks pasir halus dan kasar.
3	1,5 - 2	Pasir dengan matriks pasir, matriks mineral kromit dan fragmen batuan peridotit.
4	2 - 2,5	Pasir dengan matriks pasir, matriks mineral kromit dan fragmen batuan peridotit.

Tabel 3. Korelasi Data *Test Pit* dengan Penampang ERT Lintasan 1 Elektroda 28

No	Kedalaman (m)	Deskripsi batuan	Resistivitas (Ohm.m)
1	0,5 – 2,5	Mineral kromit berasosiasi dengan fragmen batuan peridotit, interkalasi dengan matriks pasir, fragmen rijang dan fragmen batu gamping.	73 - 188

Nilai resistivitas pada Tabel 1 dan Tabel 3 selanjutnya digunakan sebagai referensi dalam melakukan interpretasi.

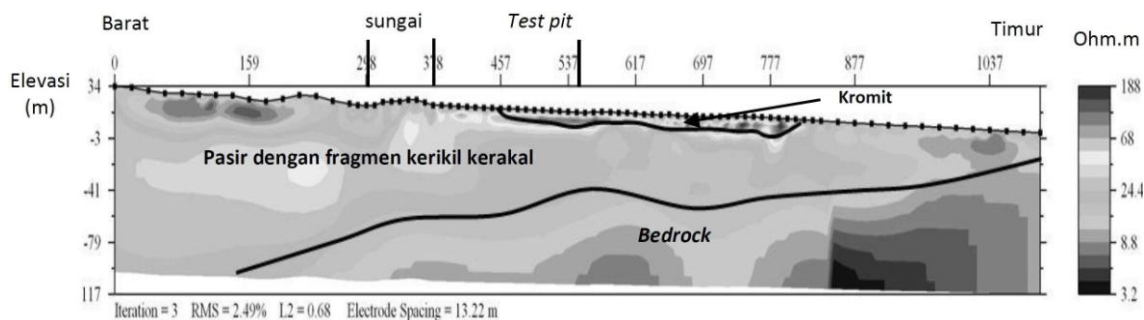
3.1 Penampang ERT Lintasan 1

Penampang ERT lintasan 1 ditunjukkan pada Gambar 4. Resistivitas tinggi dengan nilai : (73 – 188) Ohm.m terdapat pada jarak : (457 – 777) m, kedalaman : (0 – 2,5) m, merupakan mineral kromit yang berasosiasi dengan fragmen batuan peridotit, interkalasi dengan matriks pasir, fragmen rijang dan fragmen batu gamping. Resistivitas sedang dengan nilai : (16 – 72) Ohm.m terdapat pada jarak : (0 – 877) m diduga sebagai pasir dengan fragmen kerikal dan kerakal. Resistivitas rendah dengan nilai < 16 Ohm.m di duga sebagai *bed rock*.

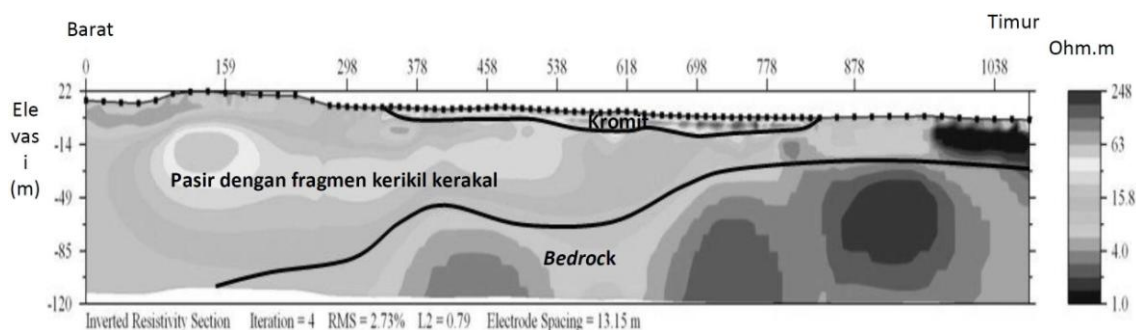
3.2 Penampang ERT Lintasan 2

Pada Gambar 5 ditunjukkan penampang ERT lintasan 2. Indikasi mineral kromit dengan nilai resistivitas tinggi: (150 – 248) Ohm.m terdapat dekat dengan permukaan pada jarak : (560 – 840)

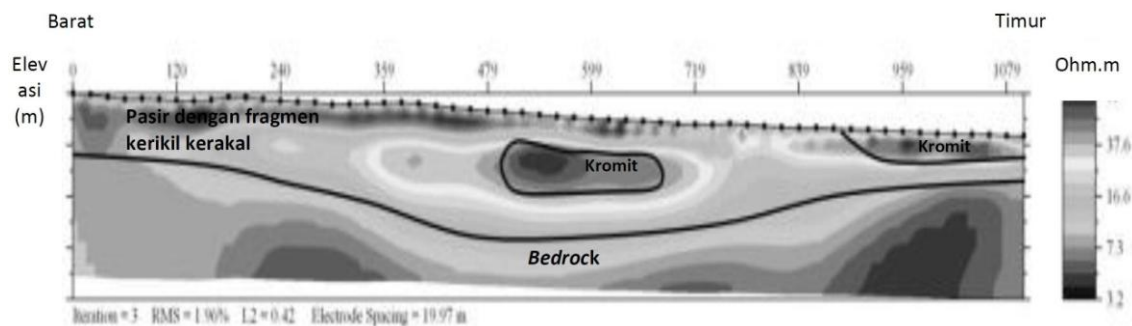
m. Pada jarak 159 m terdapat pola-pola lensa dengan nilai resistivitas : (42 – 63) Ohm.m yang diduga sebagai pasir dengan fragmen kerikil dan kerakal. Resistivitas rendah dengan nilai < 16 Ohm.m diduga merupakan *bed rock*.



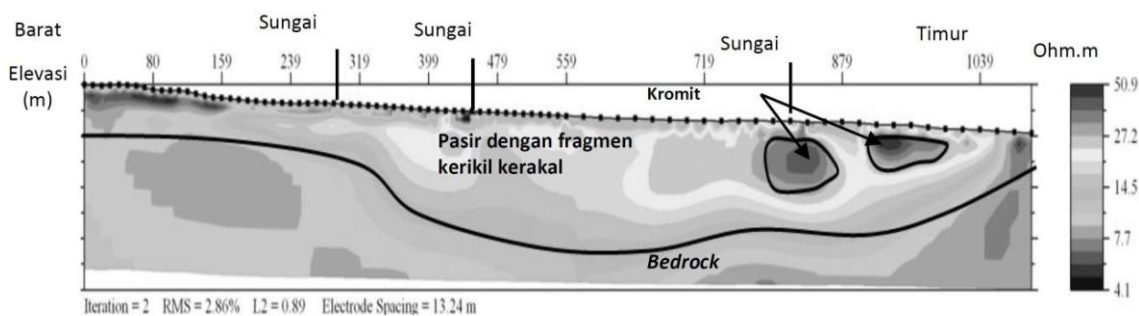
Gambar 4. Penampang ERT Lintasan 1



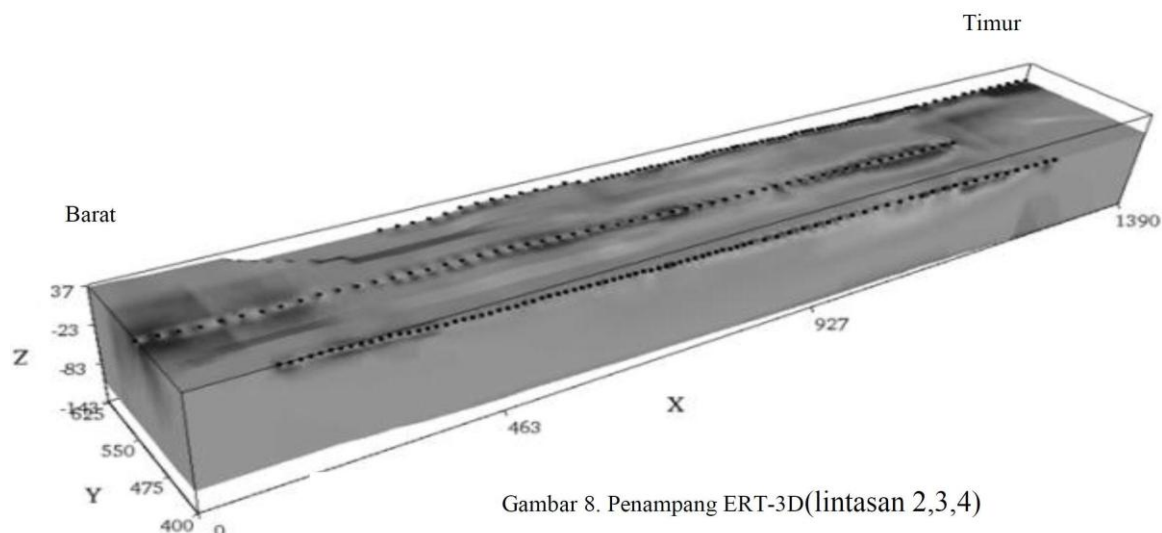
Gambar 5. Penampang ERT Lintasan 2



Gambar 6. Penampang ERT Lintasan 3



Gambar 7. Penampang ERT Lintasan 4



Gambar 8. Penampang ERT-3D(lintasan 2,3,4)

3.3 Penampang ERT Lintasan 3

Pada penampang ERT lintasan 3 (Gambar 6), terdapat resistivitas rendah dengan nilai $< 15,8$ Ohm.m yang diduga sebagai bedrock. Indikasi pasir dengan fragmen kerikil dan kerakal terdapat pada jarak (0 – 1079) m dengan nilai resistivitas sedang : (16 – 37) Ohm.m. Indikasi mineral kromit yang berasosiasi dengan fragmen batuan peridotit, interkalasi dengan matriks pasir, fragmen rijang dan fragmen batu gamping terdapat pada jarak : (479 – 599) m, pada jarak : (479 – 599) m dan (920 – 1079) m, dengan nilai resistivitas tinggi : (73 – 85) Ohm.m.

3.4 Penampang ERT Lintasan 4

Resistivitas tinggi (Gambar 4) dengan nilai 50 Ohm.m terdapat pada jarak : (800 – 860) m dan pada jarak (900 – 980) Ohm.m, diduga merupakan mineral kromit yang berasosiasi dengan fragmen batuan peridotit, interkalasi dengan matriks pasir, fragmen rijang dan fragmen batu gamping. Indikasi pasir dengan fragmen kerikil dan kerakal terdapat pada jarak (380 – 440) m dengan nilai resistivitas sedang: (16 – 27) Ohm.m. Indikasi *bed rock* dengan nilai resistivitas < 14 Ohm.m terdapat pada lapisan paling bawah.

3.4 Lingkungan Pengendapan Mineral

Penampang ERT-3D (lintasan 2,3,4) ditunjukkan pada Gambar 8. Resistivitas tinggi dengan nilai > 75 Ohm.m terdapat di sebelah Timur, diduga merupakan mineral kromit yang berasosiasi dengan fragmen batuan peridotit, interkalasi dengan matriks pasir, fragmen rijang dan fragmen batu gamping. Batuan induk (batuan pembawa kromit) yaitu batuan Peridotit terdapat di kompleks ultramafik terdapat disebelah Barat lintasan / pantai.

Endapan mineral kromit di daerah penelitian merupakan endapan mineral sekunder. Endapan kromit sekunder terbentuk akibat proses pelapukan batuan peridotit pada kompleks

ultramafik, selanjutnya mineral kromit dan fragmen batuan peridotit tersebut terbawa oleh aliran sungai serta gelombang laut, kemudian diendapkan pada lapisan pasir di sepanjang pantai yang berarah Barat-Timur.

4. Kesimpulan

Endapan mineral kromit di daerah penelitian merupakan endapan mineral sekunder dengan nilai resistivitas : (73 – 188) Ohm.m. Mineral kromit sekunder memiliki nilai resistivitas tinggi karena berasosiasi dengan fragmen batuan peridotit, interkalasi dengan matriks pasir, fragmen rijang dan fragmen batu gamping. Jenis batuan lainnya yang terdapat di daerah penelitian, yaitu : pasir dengan fragmen kerikil kerakal dengan nilai resistivitas : (16 – 72) Ohm.m, dan *bedrock* dengan nilai resistivitas < 16 Ohm.m.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Departemen Geofisika dan Dekan FMIPA Unpad atas izin dalam melakukan penelitian, serta Direktur Neogen Bumi Persada atas kepercayaan dan bantuan operasional yang diberikan ketika pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

- Loke, M.H., (2004). Tutorial : 2D and 3D Electrical Imaging Surveys, <http://www.geoelectrical.com>.
- Santoso, B., dan Subagio, (2016). Pendugaan Mineral Kromit Menggunakan Metode *Induced Polarization (IP)* di Daerah Kabaena Utara, Bombana, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geologi dan Sumberdaya Mineral*, v. 17., no. 3, : 179 – 192.
- Simandjuntak, T.O., Surono., dan Sukido., 1993. *Peta Geologi Lembar Kolaka, Sulawesi, Sekala 1 : 250.000*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.



Santoso,B., Wijatmoko,B., Supriyana,E., dan Harja,A., (2016). Penentuan Resistivitas Batubara Menggunakan Metode *Electrical Resistivity Tomography* dan *Vertical Electrical Sounding*. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*,v. 6.,no. 1, : 8 – 14.

Reynolds,J.M,1998. *An Introduction to Applied and Enviromental Geophysics*, John Wiley & Sons, New York, 418p.

Toreno,E.Y., (2010). Penyelidikan Endapan Kromit di Daerah Topogaro-Bungku Barat Provinsi Sulawesi Tengah. *Buletin Sumber Daya Geologi*,v. 5.,no. 2, : 1 – 8.