

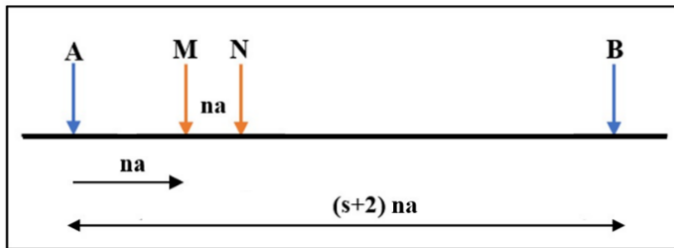
## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, W. (2001). *Nickel Laterites-A Training Manual: Mineralogy, and Formation of NiLaterites*. Sorowako, South Sulawesi: PT. International Nickel Indonesia.
- Ahmad, W. (2002). *Nickel Laterites-A Short Course: Chemistry, Mineralogy, and Formation of Nickel Laterites*. Sorowako, South Sulawesi: PT. International Nickel Indonesia.
- Ahmad, W. (2008). *NIKEL LATERIT Dasar-dasar kimia, mineralogi, proses pelapukan, formasi, dan eksplorasi*. VALE Inco – VITSL.
- Ahmad, W. (2009). *NICKEL LATERITES Fundamentals of chemistry, mineralogy, weathering processes, formation, and exploration*. VALE Inco - VITSL.
- Binley, A and Lee Slater (2020). *Resistivity and Induced Polarization Theory and Applications the Near-Surface Earth*. Cambridge University Press.
- Coggon, J. H (1971). Electromagnetic And Electrical Modeling By The Finite Element Method. *Geophysics*, Vol. 36, No.1, 132-155.
- Dahlin dan Zhou. (2004). A numerical comparison of 2D resistivity imaging with 10 electrode arrays. *Geophysical Prospecting*, 379-398.
- Dahlin dan Zhou. (2006). Multiple-gradient array measurements for multichannel 2D resistivity imaging. *Near Surface Geophysics*, 113-123.
- Elias, M. (2002). Nickel laterite deposits – geological overview, resources and exploitation.
- Francke, J. (2000). *THE APPLICATION OF GEOPHYSICS TO NICKEL LATERITE RESOURCE EVALUATION*. University of Canterbury, Master of Science in Engineering Geology, New Zealand.
- Francke, J. (2009). Applications of GPR in Mineral Resource Evaluations. 756-1060.
- Grandis, H. (2019). *Pengantar Pemodelan Inversi Geofisika*. Bandung: Himpunan Ahli Geofisika Indonesia (HAGI).
- Golightly, J. (1979). *Geology Of Soroako Nickeliferous Laterite Deposit*. Int. Laterite Simp. New Orleans
- Jafar, N. (2017). Identifikasi Sebaran Nikel Laterit Berdasarkan Hasil Test Pit Kecamatan Kabaena Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*. Vol.5 No.2, 95-96.
- Loke, M.H. (2004). *Tutorial : 2-D and 3-D electrical imaging surveys*.
- Noor, D. (2017). *Perhitungan Cadangan Nikel Dengan Metoda Area of Influence Daerah Uko Uko, Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka Propinsi Sulawesi Tenggara*. Universitas pakuan.
- Oetomo, D. S. (2023). Studi Kelayakan Pembangunan Pabrik Baterai Sepeda Motor Listrik Di Kawasan Jiipe, Kabupaten Gresik, Jawa Timur Oleh PT “X”. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi (JUTIN)*, 6(3), 781-789.
- Rizqi, F. S. (2021). *PRESENTATION AND REVIEW Ground Penetrating Radar*. PT Sulawesi Cahaya Mineral, FGDP Geophysicist, Kendari.
- Sasaki, Y. (1989). Two-dimensiomaal Joint Inversion of Magnetotelluric and dipole-dipole resistivity data. *Geophysiscs*. Vol. 54 No.2, 254-262.
- Simanjuntak, T., Rusmana, Surono, dan Supandjono. 1991. *Geologi Lembar Malili*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Bandung.

- Siregar, J. P., 2006. *Pendugaan Geolistrik Resistivitas Sounding Dalam Penyelidikan Lapisan Akuifer Air Tanah di Kabupaten Sragen*. Surakarta. Universitas Surakarta.
- Syamsuddin. (2007). *Penentuan Struktur Bawah Permukaan Bumi Dangkal Dengan Menggunakan Metoda Geolistrik Tahanan Jenis 2D Studi Kasus Potensi Tanah Longsor di Panawangan, Ciamis*. Tesis. Program Studi Geofisika Terapan. Fakultas Ilmu Kebumihan dan Teknologi Mineral. ITB. Bandung.
- Telford, W., Geldart, L.P., dan Sheriff, R. (1990). *Applied Geophysics Second Edition*. Cambridge University Press. Cambridge.

## LAMPIRAN 1

## Faktor Geometri Konfigurasi Gradient



$$\begin{aligned} r_1 &= AM = na \\ r_2 &= MB = (s+1)na \\ r_3 &= AN = 2na \\ r_4 &= NB = sna \end{aligned}$$

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

$$K = 2\pi \left[ \left( \frac{1}{na} - \frac{1}{(s+1)na} \right) - \left( \frac{1}{2na} - \frac{1}{sna} \right) \right]^{-1}$$

$$K = 2\pi \left[ \left( \frac{s}{(s+1)na} \right) - \left( \frac{s-2}{2sna} \right) \right]^{-1}$$

$$K = 2\pi \left[ \left( \frac{2s^2}{2(s+1)sna} \right) - \left( \frac{s^2 - 2 + s - 2}{2(s+1)sna} \right) \right]^{-1}$$

$$K = 2\pi \left[ \frac{2s^2 - (s^2 + s - 2)}{2(s+1)sna} \right]^{-1}$$

$$K = 2\pi \left[ \frac{s^2 + s - 2}{2(s+1)sna} \right]^{-1}$$

$$K = 2\pi \frac{2(s+1)sna}{s^2 + s - 2}$$

$$K = \frac{4\pi(s+1)sna}{s^2 + s - 2}$$

## LAMPIRAN 2

### Pemodelan ke Depan (*Forward modeling*)

Pemodelan ke depan melibatkan persamaan yang mengatur aliran arus listrik melalui tanah non-homogen untuk distribusi resistivitas dan konfigurasi arus tertentu sehingga akan didapatkan distribusi potensial pada tiap titik datum sebagai data prediksi. Pemodelan ini merupakan bagian integral dari program inversi karena perlu menghitung nilai resistivitas semu teoritis untuk model yang dihasilkan oleh inversi untuk melihat kesesuaian terhadap nilai terukur yang dapat dianggap mewakili kondisi bawah permukaan di tempat pengukuran. Metode yang sering digunakan dalam pemodelan kedepan adalah metode *Finite Difference* (FD) dan metode *Finite element* (FE). Dengan menggunakan *finite element* maka akan dapat mengukur beda potensial di daerah yang topografi yang memiliki batas dan bentuk yang tidak beraturan dengan cara membagi domain menjadi beberapa element berbentuk triangular atau rectangular yang menggunakan potensial pada setiap node, sedangkan *finite difference* membagi domain menjadi elemen berbentuk persegi (Looke, 2004).

Dalam mendapatkan kesesuaian nilai resistivitas semu teoritis (respon model) dengan data terukur (data lapangan) dapat dilakukan proses coba-coba (*trial and error*) dengan cara mengubah nilai parameter modelnya. Istilah "*forward modeling*" tidak hanya mencangkup perhitungan respon model tetapi juga merupakan proses coba-coba secara manual untuk mendapatkan model yang memberikan respon yang cocok dengan data. Penggunaan *forward modeling* dalam kasus Ketika terdapat *noise* yang cukup besar lebih efektif digunakan (Grandis, 2009).

### Dalam metode geolistrik, penerapan *finite elemen* dalam mencari potensial arus.

Karena terdapat arus yang mengalir keluar masuk maka untuk mendapatkan nilai potensial atau distribusi potensial sebenarnya maka digunakan persamaan Poisson.

$$\nabla(\sigma \cdot \nabla V) = I$$

Dalam pemodelan, arus dianggap berasal dari sumber arus. Oleh karena itu, sumber arus dapat di jelaskan oleh fungsi delta Diract ( $\delta$ ) dan arus titik I (Coggon, 1971).

$$\nabla(\sigma \cdot \nabla V) = I\delta(A)$$

jika A merupakan titik sumber arus,  $\sigma$  merupakan konduktivitas dan  $\nabla V$  ialah perubahan potensial. Maka dengan menerapkan transformasi Fourier Cosinus akan didapatkan nilai potensialnya.

$$V_{(x,y,k)} = \int_0^{\infty} V_{x,y,z} \text{Cos}(Kz) dz$$

Dengan menggunakan fungsi Bessel yang menggunakan pendekatan batas tak hingga, maka Variasi potensial listrik pada penampang geolistrik 2D diberikan oleh :

$$F(v) = \int_{\Omega} \left[ \frac{1}{2} \sigma (\nabla V)^2 + \frac{1}{2} \sigma k^2 V^2 - I \delta(A) V \right] d\Omega$$

Daerah domain  $\Omega$  didiskritisasi menjadi beberapa elemen berbentuk segi empat. Jumlah node total adalah n, maka integral domain  $\Omega$  didekomposisi menjadi integral untuk setiap elemen e (Cai dkk., 2007).

$$F(v) = \sum_{\Omega} \int_e \frac{1}{2} \sigma (\nabla V)^2 d\Omega + \sum_{\Omega} \int_e \frac{1}{2} \sigma k^2 V^2 d\Omega - \sum_{\Omega} \int_e I \delta(A) V d\Omega$$

Jika persamaan diatas diselesaikan pada setipa suku masing-masing maka;

1. Suku pertama

$$\sum_{\Omega} \int_e \frac{1}{2} \sigma (\nabla V)^2 d\Omega = \sum_{\Omega} \int_e \frac{1}{2} \sigma \left( \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial V}{\partial y} \right)^2 dx dy$$

- Apabila potensial (V) terhadap x diturunkan secara parsial maka

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial x} &= \sum_{i=1}^n \frac{\partial N_i}{\partial x} V_i \quad ; n = \text{node} \\ &= \left( \frac{\partial N_i}{\partial x} \right)^T V_e \end{aligned}$$

Dengan  $V_e = (V_1, V_2, V_3, V_4)^T$  dan  $\frac{\partial N_i}{\partial x} = \left( \frac{\partial N_1}{\partial x}, \frac{\partial N_2}{\partial x}, \frac{\partial N_3}{\partial x}, \frac{\partial N_4}{\partial x} \right)^T$ , maka

$$\left( \frac{\partial V}{\partial x} \right)^2 = V_e^T \left( \frac{\partial N}{\partial x} \right) \left( \frac{\partial N}{\partial x} \right)^T V_e$$

$$\left( \frac{\partial V}{\partial x} \right)^2 = (V_1, V_2, V_3, V_4)^T \left( \frac{\partial N_1}{\partial x}, \frac{\partial N_2}{\partial x}, \frac{\partial N_3}{\partial x}, \frac{\partial N_4}{\partial x} \right) \left( \frac{\partial N_1}{\partial x}, \frac{\partial N_2}{\partial x}, \frac{\partial N_3}{\partial x}, \frac{\partial N_4}{\partial x} \right)^T (V_1, V_2, V_3, V_4)$$

- Apabila potensial (V) terhadap y diturunkan secara parsial maka

$$\begin{aligned} \frac{\partial V}{\partial y} &= \sum_{i=1}^n \frac{\partial N_i}{\partial y} V_i \quad ; n = \text{node} \\ &= \left( \frac{\partial N_i}{\partial y} \right)^T V_e \end{aligned}$$

Dengan  $V_e = (V_1, V_2, V_3, V_4)^T$  dan  $\frac{\partial N_i}{\partial y} = \left( \frac{\partial N_1}{\partial y}, \frac{\partial N_2}{\partial y}, \frac{\partial N_3}{\partial y}, \frac{\partial N_4}{\partial y} \right)^T$ , maka

$$\left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2 = \mathbf{V}_e^T \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right) \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right)^T \mathbf{V}_e$$

$$\left(\frac{\partial V}{\partial y}\right)^2 = (V_1, V_2, V_3, V_4)^T \left(\frac{\partial N_1}{\partial y}, \frac{\partial N_2}{\partial y}, \frac{\partial N_3}{\partial y}, \frac{\partial N_4}{\partial y}\right) \left(\frac{\partial N_1}{\partial y}, \frac{\partial N_2}{\partial y}, \frac{\partial N_3}{\partial y}, \frac{\partial N_4}{\partial y}\right)^T (V_1, V_2, V_3, V_4)$$

Dengan mensubstitusikan ke dalam persamaan awal pada suku pertama maka;

$$\sum_{\Omega} \int_e \frac{1}{2} \sigma (\nabla V)^2 d\Omega = \int_e \frac{1}{2} \sigma \left[ \mathbf{V}_e^T \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right) \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right)^T \mathbf{V}_e + \mathbf{V}_e^T \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right) \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right)^T \mathbf{V}_e \right] dx dy$$

Jika  $\sigma \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right) \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right)^T + \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right) \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right)^T$  merupakan matriks  $[K_{1e}]$ , maka

$$\sum_{\Omega} \int_e \frac{1}{2} \sigma (\nabla V)^2 d\Omega = \frac{1}{2} \mathbf{V}_e^T [K_{1e}] \mathbf{V}_e$$

Dimana

$$\begin{aligned} K_{1e} &= \int_e \sum_{i=1}^4 \sigma \left[ \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right) \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right)^T + \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right) \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right)^T \right] dx dy \\ &= \sum_{i=1}^4 \int_{-x}^x \int_{-y}^y \sigma \left[ \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right) \left(\frac{\partial N}{\partial x}\right)^T + \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right) \left(\frac{\partial N}{\partial y}\right)^T \right] d\xi d\zeta \\ K_{1e} &= \int_{-x}^x \int_{-y}^y \sigma [K] [K]^T d\xi d\zeta \end{aligned}$$

Untuk mendapatkan matriks  $[K]$  atau *shape function* maka terlebih dahulu membuat fungsi uji linear menggunakan persamaan Polinomial Langrange lalu menurunkan fungsi uji tersebut terhadap arah  $\xi$  dan  $\zeta$ .

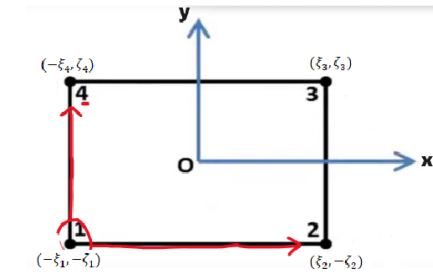
Langkah-langkah dalam menyelesaikan pemodelan kedepan menggunakan *finite element* adalah melakukan diskritisasi atau meshing, dalam satu domain dibagi menjadi beberapa element. Kemudian mencari pola dan bentuk distribusi menggunakan polynomial atau perpindahan dan turunannya pada setiap mesh untuk melihat perpindahan dari arah x dan y. Desain mesh yang digunakan untuk komputasi sangatlah penting. Jumlah node menentukan tingkat resolusi spasial, karena itu pemilihan node memiliki dampak yang signifikan terhadap akurasi.

Arah koordinat horizontal diwakili oleh  $\xi(xi)$  dan arah koordinat vertical diwakili oleh  $\zeta(eta)$ . Setiap node memiliki DOF (*Degree of freedom* / atau derajat kebebasan) yaitu node dapat mengalami perpindahan kearah x atau vertical yang dinyatakan dalam (a) dan perpindahan kearah y atau horizontal dinyatakan dalam(b). Dalam pendekatan linear 2D untuk perpindahan nodal maka interpolasi terhadap a dan b dinyatakan sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_1 & 0 & N_2 & 0 & N_3 & 0 & N_4 & 0 \\ 0 & N_1 & 0 & N_2 & 0 & N_3 & 0 & N_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \\ a_2 \\ b_2 \\ a_3 \\ b_3 \\ a_4 \\ b_4 \end{bmatrix}$$

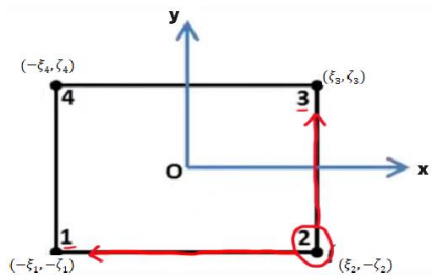
a. Fungsi Uji Linear

Setiap node akan memiliki fungsi bentuk (shape function) yang berbeda-beda sebagai fungsi uji yang ditampilkan pada persamaan polynomial Langrange 2D.. (Xiong, 2022):



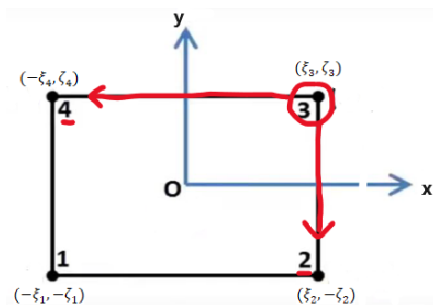
- Pada node 1 memiliki DOF kearah x menuju node 2 dan kearah y menuju node 4

$$N_1 = \frac{(\xi - \xi_2)(\zeta - \zeta_4)}{(\xi_1 - \xi_2)(\zeta_1 - \zeta_4)}$$



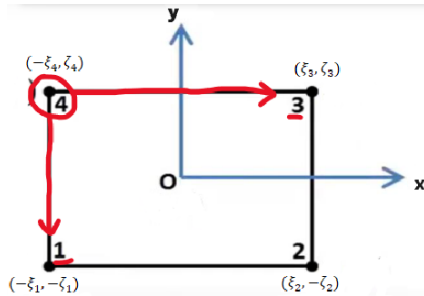
- Pada node 2 memiliki DOF kearah x menuju node 1 dan kearah y menuju node 3

$$N_2 = \frac{(\xi - \xi_1)(\zeta - \zeta_3)}{(\xi_2 - \xi_1)(\zeta_2 - \zeta_3)}$$



- Pada node 3 memiliki DOF kearah x menuju node 4 dan kearah y menuju node 2

$$N_3 = \frac{(\xi - \xi_4)(\zeta - \zeta_2)}{(\xi_3 - \xi_4)(\zeta_3 - \zeta_2)}$$



- Pada node 4 memiliki DOF kearah x menuju node 4 dan kearah y menuju node

$$N_4 = \frac{(\xi - \xi_3)(\zeta - \zeta_1)}{(\xi_4 - \xi_3)(\zeta_4 - \zeta_1)}$$

Jika dituliskan dalam bentuk matriks maka *shape function* pada setiap nodenya yaitu

$$[N] = \begin{bmatrix} N_1 & 0 & N_2 & 0 & N_3 & 0 & N_4 & 0 \\ 0 & N_1 & 0 & N_2 & 0 & N_3 & 0 & N_4 \end{bmatrix}$$

- b. Setelah didapatkan *shape function* pada setiap node maka terlebih dahulu menyelesaikan setiap turunan pada setiap node dalam arah horizontal dan vertical untuk mendapatkan gradient potensial listrik

1. Dalam arah horizontal ( $\xi$ )

- Untuk  $N_1$

$$\begin{aligned} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} &= \frac{(\xi - \xi_2)(\zeta - \zeta_4)}{(\xi_1 - \xi_2)(\zeta_1 - \zeta_4)} \\ &= \frac{(\zeta - \zeta_4)}{(\xi_1 - \xi_2)(\zeta_1 - \zeta_4)} \end{aligned}$$

- Untuk  $N_2$

$$\begin{aligned} \frac{\partial N_2}{\partial \xi} &= \frac{(\xi - \xi_1)(\zeta - \zeta_3)}{(\xi_2 - \xi_1)(\zeta_2 - \zeta_3)} \\ &= \frac{(\zeta - \zeta_3)}{(\xi_2 - \xi_1)(\zeta_2 - \zeta_3)} \end{aligned}$$

- Untuk  $N_3$

$$\begin{aligned} \frac{\partial N_3}{\partial \xi} &= \frac{(\xi - \xi_4)(\zeta - \zeta_2)}{(\xi_3 - \xi_4)(\zeta_3 - \zeta_2)} \\ \frac{\partial N_3}{\partial \xi} &= \frac{(\zeta - \zeta_2)}{(\xi_3 - \xi_4)(\zeta_3 - \zeta_2)} \end{aligned}$$

- Untuk  $N_4$

$$\begin{aligned} \frac{\partial N_4}{\partial \xi} &= \frac{(\xi - \xi_3)(\zeta - \zeta_1)}{(\xi_4 - \xi_3)(\zeta_4 - \zeta_1)} \\ &= \frac{(\zeta - \zeta_1)}{(\xi_4 - \xi_3)(\zeta_4 - \zeta_1)} \end{aligned}$$



2. Dalam arah vertical ( $\zeta$ )

- Untuk  $N_1$

$$\begin{aligned}\frac{\partial N_1}{\partial \zeta} &= \frac{(\xi - \xi_2)(\zeta - \zeta_4)}{(\xi_1 - \xi_2)(\zeta_1 - \zeta_4)} \\ &= \frac{(\xi - \xi_2)}{(\xi_1 - \xi_2)(\zeta_1 - \zeta_4)}\end{aligned}$$

- Untuk  $N_2$

$$\begin{aligned}\frac{\partial N_2}{\partial \zeta} &= \frac{(\xi - \xi_1)(\zeta - \zeta_3)}{(\xi_2 - \xi_1)(\zeta_2 - \zeta_3)} \\ &= \frac{(\xi - \xi_1)}{(\xi_2 - \xi_1)(\zeta_2 - \zeta_3)}\end{aligned}$$

- Untuk  $N_3$

$$\begin{aligned}\frac{\partial N_3}{\partial \zeta} &= \frac{(\xi - \xi_4)(\zeta - \zeta_2)}{(\xi_3 - \xi_4)(\zeta_3 - \zeta_2)} \\ &= \frac{(\zeta - \zeta_2)}{(\xi_3 - \xi_4)(\zeta_3 - \zeta_2)}\end{aligned}$$

- Untuk  $N_4$

$$\begin{aligned}\frac{\partial N_4}{\partial \zeta} &= \frac{(\xi - \xi_3)(\zeta - \zeta_1)}{(\xi_4 - \xi_3)(\zeta_4 - \zeta_1)} \\ &= \frac{(\zeta - \zeta_1)}{(\xi_4 - \xi_3)(\zeta_4 - \zeta_1)}\end{aligned}$$

Dari turunan padashape *funcation* ini maka dapat dihitung matriks  $[K]$ ;

$$[K] = \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} & 0 & \frac{\partial N_2}{\partial \xi} & 0 & \frac{\partial N_3}{\partial \xi} & 0 & \frac{\partial N_4}{\partial \xi} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_1}{\partial \zeta} & 0 & \frac{\partial N_2}{\partial \zeta} & 0 & \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} & 0 & \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_1}{\partial \zeta} & \frac{\partial N_1}{\partial \xi} & \frac{\partial N_2}{\partial \zeta} & \frac{\partial N_2}{\partial \xi} & \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} & \frac{\partial N_3}{\partial \xi} & \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} & \frac{\partial N_4}{\partial \xi} \end{bmatrix}$$

Kemudian nilai matrik  $[K]$  dilakukan transpose menjadi  $[K]^T$

Dengan mensubstitusikannya ke dalam persamaan, maka didapatkan matriks  $K_{1e}$ .

$$K_{1e} = \int_{-x}^x \int_{-y}^y \sigma [ [K] [K]^T ] d\xi d\zeta$$

$$[K_{1e}] = \int_{-x}^x \int_{-y}^y \sigma \left[ \begin{array}{cccccc} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} & 0 & \frac{\partial N_2}{\partial \xi} & 0 & \frac{\partial N_3}{\partial \xi} & 0 & \frac{\partial N_4}{\partial \xi} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_1}{\partial \zeta} & 0 & \frac{\partial N_2}{\partial \zeta} & 0 & \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} & 0 & \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} \end{array} \right] \left[ \begin{array}{cc} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_1}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_2}{\partial \xi} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_2}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_3}{\partial \xi} & 0 \\ \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_4}{\partial \xi} & 0 \\ \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} \end{array} \right] d\xi d\zeta$$

Nilai konduktivitas dalam persamaan di dapatkan dari nilai konduktivitas titik datum untuk mendapatkan nilai pada setiap node nya. Jika mensubtitusikan semua persamaan ke dalam persamaan di suku pertama, maka akan menjadi :

$$\sum_{\Omega} \int_e \frac{1}{2} \sigma (\nabla V)^2 d\Omega$$

$$= \frac{1}{2} V_e^T \left( \int_{-x}^x \int_{-y}^y \sigma \left[ \begin{array}{cccccc} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} & 0 & \frac{\partial N_2}{\partial \xi} & 0 & \frac{\partial N_3}{\partial \xi} & 0 & \frac{\partial N_4}{\partial \xi} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_1}{\partial \zeta} & 0 & \frac{\partial N_2}{\partial \zeta} & 0 & \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} & 0 & \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} \end{array} \right] \left[ \begin{array}{cc} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_1}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_2}{\partial \xi} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_2}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_3}{\partial \xi} & 0 \\ \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_4}{\partial \xi} & 0 \\ \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} & 0 \\ 0 & \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} \end{array} \right] d\xi d\zeta \right) V_e$$

Perkalian matriks suku pertama ini akan menghasilkan matriks 8x8 yang mewakili luasan area elemen

	$u_1$	$v_1$	$u_2$	$v_2$	$u_3$	$v_3$	$u_4$	$v_4$	
$[K_{1e}]$	$k_{11}$	$k_{12}$	$k_{13}$	$k_{14}$	$k_{15}$	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$u_1$
	$k_{21}$	$k_{22}$	$k_{23}$	$k_{24}$	$k_{25}$	$k_{26}$	$k_{27}$	$k_{28}$	$v_1$
	$k_{31}$	$k_{32}$	$k_{33}$	$k_{34}$	$k_{35}$	$k_{36}$	$k_{37}$	$k_{38}$	$u_2$
	$k_{41}$	$k_{42}$	$k_{43}$	$k_{44}$	$k_{45}$	$k_{46}$	$k_{47}$	$k_{48}$	$v_2$
	$k_{51}$	$k_{52}$	$k_{53}$	$k_{54}$	$k_{55}$	$k_{56}$	$k_{57}$	$k_{58}$	$u_3$
	$k_{61}$	$k_{62}$	$k_{63}$	$k_{64}$	$k_{65}$	$k_{66}$	$k_{67}$	$k_{68}$	$v_3$
	$k_{71}$	$k_{72}$	$k_{73}$	$k_{74}$	$k_{75}$	$k_{76}$	$k_{77}$	$k_{78}$	$u_4$
	$k_{81}$	$k_{82}$	$k_{83}$	$k_{84}$	$k_{85}$	$k_{86}$	$k_{87}$	$k_{88}$	$v_4$

2. Suku kedua

$$\sum_{\Omega} \int_e \frac{1}{2} \sigma k^2 V^2 d\Omega = \frac{1}{2} V_e^T \left\{ \int_e \sum_{j=1}^4 N_j \sigma_j (k^2 N^T N) dx dy \right\} V_e$$

Jika  $\left\{ \int_e \sum_{j=1}^4 N_j \sigma_j (k^2 N^T N) dx dy \right\} = K_{e2}$  maka

$$[K_{e2}] = \int_{-x}^x \int_{-y}^y [K_{1e}]^2 \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N_1}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_2}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N_2}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_3}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} \\ \frac{\partial N_4}{\partial \xi} \\ \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial N_1}{\partial \xi} & \frac{\partial N_1}{\partial \zeta} & \frac{\partial N_2}{\partial \xi} & \frac{\partial N_2}{\partial \zeta} & \frac{\partial N_3}{\partial \xi} & \frac{\partial N_3}{\partial \zeta} & \frac{\partial N_4}{\partial \xi} & \frac{\partial N_4}{\partial \zeta} \end{bmatrix} d\xi d\zeta$$

Perkalian matriks suku kedua akan menghasilkan matriks 8x8 yang mewakili luasan area elemen

	$u_1$	$v_1$	$u_2$	$v_2$	$u_3$	$v_3$	$u_4$	$v_4$	
$[K_{2e}]$	$k_{11}$	$k_{12}$	$k_{13}$	$k_{14}$	$k_{15}$	$k_{16}$	$k_{17}$	$k_{18}$	$u_1$
	$k_{21}$	$k_{22}$	$k_{23}$	$k_{24}$	$k_{25}$	$k_{26}$	$k_{27}$	$k_{28}$	$v_1$
	$k_{31}$	$k_{32}$	$k_{33}$	$k_{34}$	$k_{35}$	$k_{36}$	$k_{37}$	$k_{38}$	$u_2$
	$k_{41}$	$k_{42}$	$k_{43}$	$k_{44}$	$k_{45}$	$k_{46}$	$k_{47}$	$k_{48}$	$v_2$
	$k_{51}$	$k_{52}$	$k_{53}$	$k_{54}$	$k_{55}$	$k_{56}$	$k_{57}$	$k_{58}$	$u_3$
	$k_{61}$	$k_{62}$	$k_{63}$	$k_{64}$	$k_{65}$	$k_{66}$	$k_{67}$	$k_{68}$	$v_3$
	$k_{71}$	$k_{72}$	$k_{73}$	$k_{74}$	$k_{75}$	$k_{76}$	$k_{77}$	$k_{78}$	$u_4$
	$k_{81}$	$k_{82}$	$k_{83}$	$k_{84}$	$k_{85}$	$k_{86}$	$k_{87}$	$k_{88}$	$v_4$

3. Suku ketiga

$$\sum_{\Omega} \int_{\Omega} I \delta(A) V d\Omega = \frac{1}{2} I V_A$$

Pada persamaan ini dapat menghitung kontribusi batas antar elemen lainnya ketika medan listriknya mengalami perubahan secara signifikan. Pada persamaan ini pula diterapkan batas kondisi (*boundry condition*).

Setelah didapatkan persamaan di setiap suku maka disubstitusikan ke dalam persamaan 4.. dengan  $F(V) = 0$ , maka

$$\begin{aligned} & \frac{1}{2} V_e^t K_{1e} V_e + \frac{1}{2} V_e^t K_{2e} V_e - V^T P \\ & V^T K V - V^T P \\ & KV - P \end{aligned}$$

Dengan K = matriks orde n x n yang merupakan penjumlahan dari  $(K_{1e} + K_{2e})$ , V adalah vector kolom yang merupakan potensial listrik dari semua titik elem dalam domain wave number dan U merupakan fungsi uji galerkin. Untuk memperoleh potensial listrik dari setiap elemen dalam domain, maka persamaan 4.. menjadi;

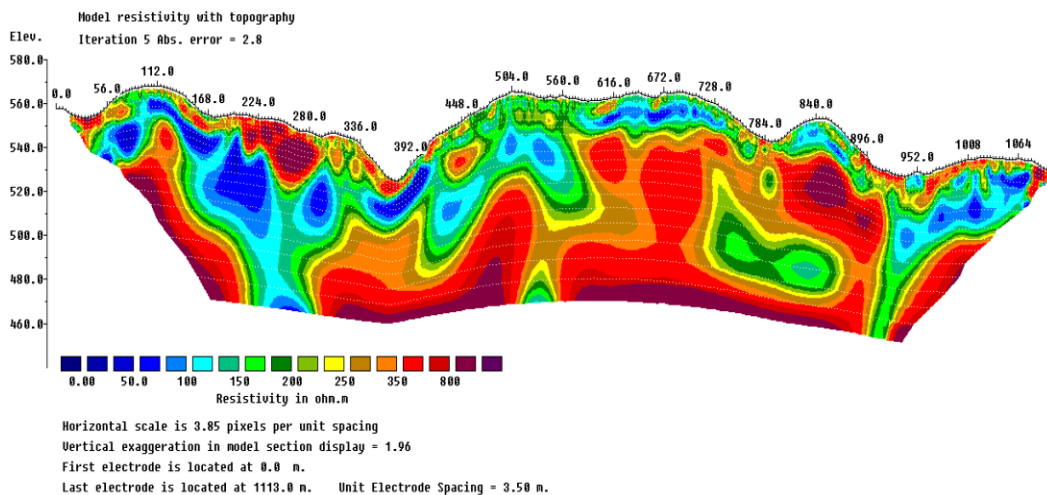
Dengan  $F(V)= 0$

$$\begin{aligned} KV &= P \\ V &= K^{-1}P \\ \{V\} &= [K_{1e} + K_{2e}]^{-1}\{U\} \\ \{V\} &= \left[ \left( \int_{-x}^x \int_{-y}^y \sigma [K] [K]^T d\xi d\zeta \right) + \left( \int_{-x}^x \int_{-y}^y (K_{1e})^2 [L] [L]^T d\xi d\zeta \right) \right]^{-1} \{P\} \end{aligned}$$

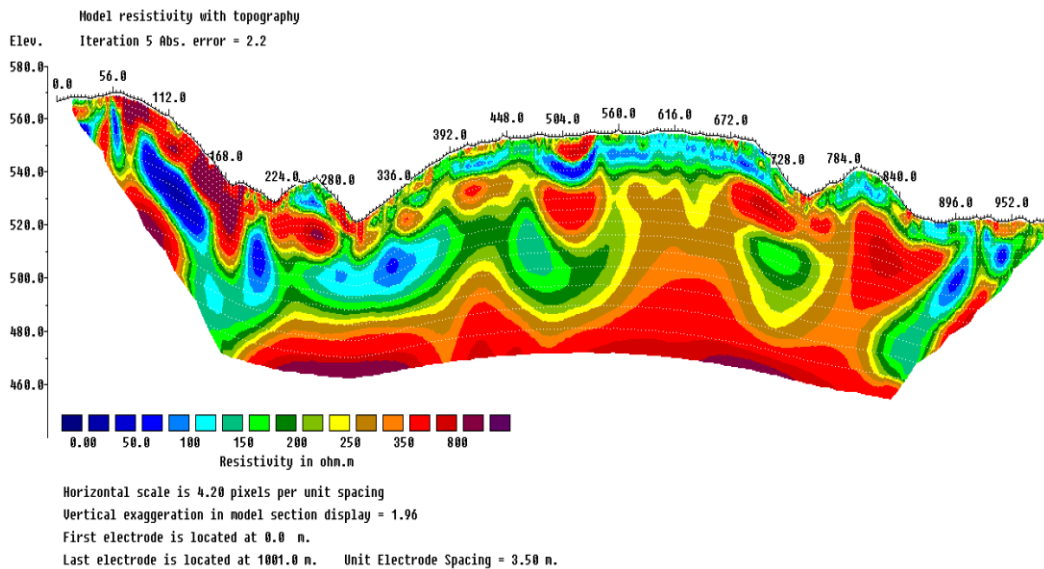
### Lampiran 3

#### Hasil Inversi

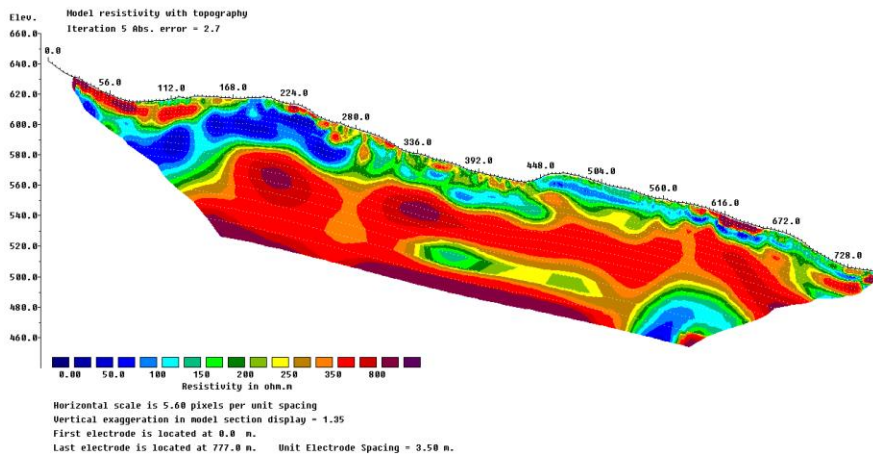
##### a. Lintasan E01



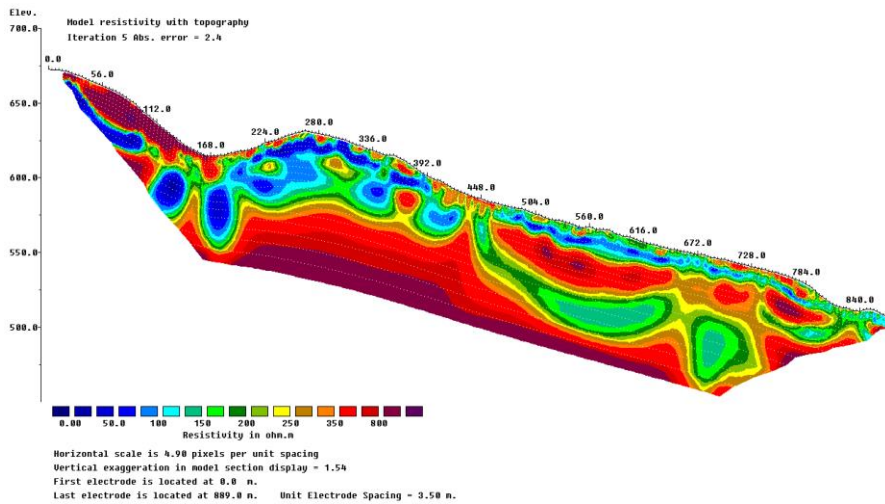
##### b. Lintasan E02



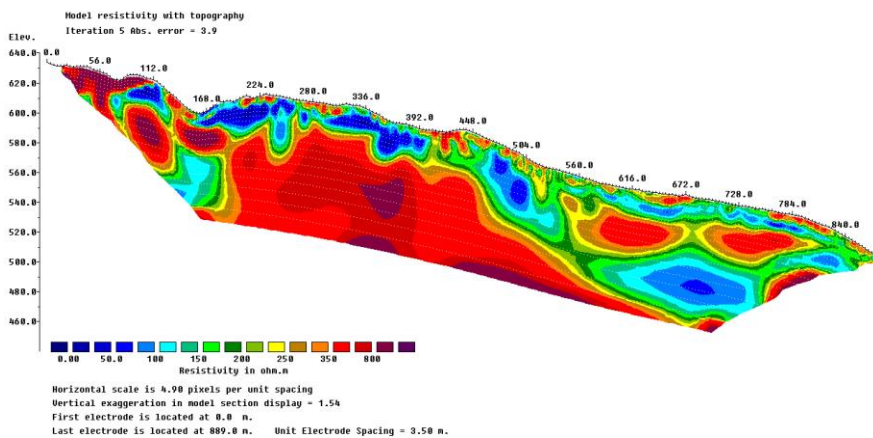
c. Lintasan N01



d. Lintasan N02



e. Lintasan N03



**LAMPIRAN 4**  
**Data Assay ERT**

1. Lintasan E01

BHID	LAPISAN LIMONIT					LAPISAN SAPROLIT				
	DEPTH ERT	RES	Fe	SiO2	Ni	Depth ERT	RES	Ni	Fe	SiO2
C365086	5	375	35.1	26.39	1.12	14	1530	0.08	2.76	97.02
C352851Z	18.5	145	32.87	24.05	0.99	22	140	1.63	40.27	9.72
C365119	16	445	37.78	12.3	2.19	33	90	0.54	8.63	44.49
C352860Z	13	150	38.46	10.04	1.52	41.4	275			
C365156	17.7	135				39.6	430			
C352871Z	21	115	10.35	41.7	1.16	42.9	490			
C365192	16	195	39.39	14.51	1.92	43	535			
C352881Z	13	105	41.43	8.77	2.25	35.7	920			
C365228	19.6	275	43.62	4.02	1.61	48	1110			
C352892Z	23	265	45.83	3.31	1.18	36.6	375	0.9	15.11	64.4
C365267	13.7	225	49.81	3.69	0.87	29.2	165	1.38	10.37	64.26
C352902Z	9	170	6.06	47.67	0.26	29	90	1	7.59	60.23
C365308	4	290	38.47	27.06	1.2	18	60	0.82	7.27	41.92
C352912Z	5	180	36.63	29.93	2.5	12.6	95	0.7	7.03	42.87
C365347	6.5	265	32.41	34.98	1.25	11	125	1.37	25.9	48.28
C352923Z	4	285	36.54	23.81	1.22	12.5	75	2.43	32.77	21.75
C365281	4	340	50.51	1.61	0.85	12	70	1.06	52.89	1.81
C365413	4.3	255	4.57	79.93	0.51	8.5	65	0.25	5.42	39.88
C364955	3	305	31.32	31.91	0.78	15	65	2.14	22.94	39.68
C352962Z	32	185	10.37	63.46	1.2	51	130	1.6	14.17	50.91
C365537	15	285	2.86	93.66	0.04	34	45	0.13	2.94	93.65
C354746Z	20	250	6.68	45.95	0.71	44	60	0.36	5.9	42.39
C365574	17	245	9.78	80.15	0.21	43	55	0.27	6.36	44.91

AVARANGE	13.056522	238.5	29.129	32.2227	1.1609	29.391304	304.13	0.98	15.784	47.539
----------	-----------	-------	--------	---------	--------	-----------	--------	------	--------	--------

## 2. Lintasan E02

BHID	LAPISAN LIMONIT					LAPISAN SAPROLIT				
	Depth ERT	RES	Ni	Fe	SiO2	Depth ERT	RES	Ni	Fe	SiO2
C364912	7	200	1.47	42.46	12.6	14	200	1.61	10.43	41.35
C365041	8	140	3.15	12.05	38.39	16	140	1.9	8.04	52.7
C364919	12.5	265	0.25	5.94	88.31	26	265	1.85	11.82	39.86
C365064	18.5	510	0.17	3.71	91.64	25	510	2.63	9.36	51.31
C352842Z	18	365	2.02	17.09	53.98	27	365	1.08	10.94	38.55
C365090	18	400	1.23	52.93	2.64	30.5	400	2.12	42.69	15.82
C352853Z	15	260	1.43	49.55	2.4	25	260	0.58	4.95	62.94
C365123	12.5	360	1.52	37.53	25.43	25.7	360			
C352861BZ	19	300	3.01	21.46	43.15	29	300	0.27	4.17	76.07
C365160	30		2.13	42.99	6.23	50		0.24	5.43	61.36
C352873Z	31	270	1.76	42.4	6.23	55	270			
C365196	20	225	1	50.78	2.39	46.3	225			
C352882Z	24	240	2.21	46.24	2.61	39	240	0.53	7.2	41.96
C365232	24	245	1.36	50.2	2.13	38	245	2.29	7.58	70.41
C352894Z	21	260	1.16	48.8	1.93	41	260	1.81	47.26	3.04
C365271	21	270	1.08	51.5	2.02	50	270	2.57	42.62	11.18
C352903Z	27	510	1.12	48.42	2.04	53	510	1.33	8.21	54.6
C365312	24.5	485	1.55	46.95	2.38	49	485	1.21	9.99	62.22
C352914Z	16.5	225	0.86	24.99	41.89	34	225	0.5	6.51	44.77



C365351	16.5	270	1.52	42.54	15.24	36.8	270			
C352924Z	18.5	355	0.59	27.28	30.7	35	355	1.9	10.36	62.58
C365385	14.5	245	1.15	52.63	2.61	35	245	0.64	10.65	74.44
C352934Z	17	255	1.41	48.81	3.11	30	255	0.56	7.93	45.99
C365437	8	205	0.74	27.64	44.78	26	205			
C352945Z	17	155	0.31	6.16	44.12	25	155			
C365467	10	260	1.29	50.63	6.84	28.2	260			
C352952Z	18	750	1.46	49.32	2.22	37	750	1.93	16.68	47.17
C365503	14	440	2.01	51.17	2.24	29.5	440			
C352964Z	6.5	305	1.58	44.34	5.56	26.6	305			
C365541	26	320	1.12	13.06	82.52	33	320	0.69	7.78	74.22
C354748Z	17.5	315	1.08	8.51	45.98	27	315	1.08	6.91	69.66
C354752Z	10	300	0.11	2.69	75.295	20	300	2.35	16.51	48.2
C365610	12	250	0.68	7.39	57.26	15	250	0.42	5.38	43.58
C354756Z	4	195	1.45	49.03	3.97	7	195	1.355	10.42	48.68
AVERAGE	17.272727	310.9375	1.31848	34.386	25.4011	32.4424242	310.938	1.3265	13.308	50.05458

## 3. Lintasan N01

BHID	LAPISAN LIMONIT					LAPISAN SAPROLIT				
	Depth ERT	RES	Ni	Fe	SiO2	Depth ERT	RES	Ni	Fe	SiO2
C365215	13.8	410	1.06	53.7	1.46					
C365214	18	350	0.97	52.04	2.07	51.8	1025			
C352883Z	18	300	0.94	50.81	1.91	41	665	1.14	7.15	54.55
C365213	19	285	1.02	51.12	2.1	27	550	1.14	50.04	2.9
C155728Z	17	300	0.92	49.73	1.94	21.3	385	0.97	48.38	2.24
C365212	21.5	295	1.21	51.21	2.54	32	400	0.98	7.99	58.58
C352882Z	32	300	0.45	16.7	75.35	46	435	0.39	6.06	52.59
C365211	31.5	300	1.48	46.5	2.23	45.3	420			
C149554Z	30	300	1.91	46.15	2.76	46	435	1.66	12.66	52.71
C365210	19	340	1.5	46.52	3.39	32	245	1.44	14.47	61.95
C352881Z	3.5	220	1.06	45.17	2.16	13.5	125	1	7.22	42.46
C365209	9	190	1.57	42.02	7.46	15.5	100	1.27	16.15	40.46
C149458Z	8	205	1.07	42.12	12.67	18.8	95			
C365208	6	400	1.47	43.76	8.87	11	85	1.75	14.56	43.37
C352880Z	7	230	1.52	43.09	2.54	17	125	0.64	5.7	39.5
C365207	3	245	1.83	44.62	4.71	18.1	145			
C149553Z	8	210	1.23	45.22	2.16	25	165	0.28	6.87	42.41
C365206	3	365	1.25	25.78	29.69	21	35	2.02	44.2	8.37
C352879Z	1	630	1.3	35.06	20.93	10.5	15	1.73	13.48	44.89
C155726Z	1	115	0.86	42.08	15.18	22	45	0.39	8.17	48.34
C155726Z	6	165	1.38	48.38	5.37	18	40	0.6	6.64	45.75
C365204	5.5	210	0.99	45.46	10.94	22.9	70	2.63	9.17	41.13
C352878Z	9.2	545				30.5	55			
AVERAGE	12.6087	300.4348	1.23	43.97	9.9286	26.64545	257.273	1.18	16.41	40.13

## 4. Lintasan N02

BHID	LAPISAN LIMONIT					LAPISAN SAPROLIT				
	Depth ERT	RES	Ni	Fe	SiO2	Depth ERT	RES	Ni	Fe	SiO2
C352898Z	8	170	0.82	49.86	1.63	13	175	0.85	50.94	1.68
C365253	13	210	1.05	52.76	1.62	17	175	1.12	53.81	1.9
C365252	22	1054	0.95	50.44	2.42	35	285	1.2	51.11	3.02
C352896Z	20	285	1.05	49.62	2.46	36	250	1.3	48.15	5.32
C365251	24	415	1.08	51	2.54	55	155	0.01	65.67	
C352895Z	25	300	1.18	48.82	2.93	54	150	0.74	4.18	76.14
C365250	22	265	1.17	50.83	1.97	43	220			
C352894Z	23	455	1.06	49.99	2.06	44	145	1.87	44.83	3.73
C365249	29	640	1.37	50.11	2.25	54	135	1.38	9.74	
C352893Z	31	505	1.1	46.5	2.19	59	130	0.43	6.82	44.65
C365248	28	875	1.7	46.81	3.61	56.5	135			
C352892Z	26	795	0.85	33.05	28.45	56	155			
C365247	24	530	1.36	47.62	2.76	46	190			
C352891Z	20	385	0.67	19.55	59.93	41	195	0.54	5.13	55.39
C365246	14	195	1.26	17.93	57.39	18	175	0.59	6.77	45.1
C352890Z	15	190	1.62	40.27	11.21	23	75	0.25	6.64	42.92
C365245	1	85	1.58	39.66	14.09	9	80	0.27	6.12	43.52
C365244	2	165	0.53	7.2	44.39	10	75	0.9	7.73	65.08
C352888Z	1	60	1.27	34.97	21.63	6	35	1.39	16.75	43.29
C365243	7	220	0.4	6.03	45.37	12	30	0.3	6.08	47.86
C352887Z	4	165	0.77	6.17	50.73	9	45	0.88	7.33	42.15
C365242	3	165	0.49	7.47	43.22	9	65	1.8	7.83	45.65
C352886Z	6	165	1.62	43.13	10.96	13	75	0.35	7.06	43.79
<b>AVERAGE</b>	<b>16</b>	<b>360.6087</b>	<b>1.08</b>	<b>36.95</b>	<b>18.079</b>	<b>31.23913</b>	<b>136.957</b>	<b>0.85</b>	<b>21.72</b>	<b>35.95</b>

## 5. Lintasan N03

BHID	LAPISAN LIMONIT					LAPISAN SAPROLIT				
	Depth ERT	RES	Ni	Fe	SiO2	Depth ERT	RES	Ni	Fe	SiO2
C352919Z	10	165	0.74	48.44	2.8	21	115	0.76	49.52	1.66
C365336	14	200	0.81	46.93	2.67	23	90	1	52.32	1.97
C352918Z	18	330	0.84	50.3	1.76	30	115	0.8	50.58	1.93
C365335	21	540	0.96	52.38	1.76	40	160	1.43	51.25	2.96
C352917Z	25	440	1.05	49.58	1.87	52	105	0.61	7.41	82.56
C365334	25	340	1.41	51.07	2.39	67.5	80			
C352916Z	25	230	1.4	48.32	2.57	59	75			
C365333	26	340	1.15	51.53	2.18	60	80			
C352915Z	30	520	1.57	47.02	3.24	59	95			
C365332	31	540	0.86	25.22	52.42	50	125	0.63	1.05	87.39
C352914Z	23	260	0.37	12.44	73.99	58	155			
C365331	20	275	0.39	18.18	67.08	52	190			
C352913Z	16	160	1.56	40.5	10.23	37	125			
C365330	16	170	1.68	9.18	67.43	37	60			
C352912Z	2	160	1.38	45.67	5.03	28	65	0.73	11.53	47.53
C365329	4	245	2.43	11.12	67.1	12	155	0.61	6.9	47.1
C352911Z	3	545	2.18	6.41	41.11	19.5	195			
C365328	3	205	1.37	27.46	39.19	10	70	1.53	16.4	48.28
C352910Z	1	130	1.43	31.66	24.94	12	45	1.39	6.75	43.36
c365327	4	145	1.77	16.69	41.53	12	20	0.3	7.14	45.35
C352909Z	4	100	0.27	6.5	43.52	14	45			
C365326	8	290	0.27	5.67	42.79	13	120			
C352908Z	2	205	2.84	25.38	28.36	7	120	0.84	6.93	51.95
<b>AVERAGE</b>	<b>14.3913</b>	<b>284.1304</b>	<b>1.25</b>	<b>31.64</b>	<b>27.216</b>	<b>33.6087</b>	<b>104.565</b>	<b>0.89</b>	<b>22.32</b>	<b>38.5</b>

## LAMPIRAN 5

## Data Assay GPR

## 1. Lintasan E01

BHID	LAPISAN LIMONIT				LAPISAN SAPROLIT			
	DEPTH GPR	Fe	SiO2	Ni	Depth GPR	Ni	Fe	SiO2
C352851Z	5	25.64	44.69	0.76	23	1.5	40.54	9.21
C365119	11.3	46.74	2.6	1.81	31.1	0.96	8.55	65.12
C352860Z	13.5	32.19	26.5	2.26	30	0.31	6.34	44.22
C365156	22.1				28.9			
C352871Z	18	25.71	28.82	1.55	32	1.11	8.86	64.23
C365192	19	28.18	39.04	1.79	33.3			
C352881Z	14.3	6.38	43.02	0.57	32.4			
C365228	25	33.64	32.47	1.51	40.6			
C352892Z	26	33.05	28.45	0.85	46	0.89	6.19	46.74
C365267	11.6	47.93	2.67	1.1	38.3	0.39	3.27	89.35
C352902Z	14	2.33	90.83	0.15	26.5	1.16	4.28	71.71
C365308	7	34.1	30.81	1.65	21	1.61	20.08	36.78
C352912Z	6	38.94	12.3	1.79	17.1	1.09	14.59	39.32
C365347	4	42.47	14.03	1.52	12.6	2.08	36.45	24.78
C352923Z	5	37.52	15.79	2.21	21	0.45	6.92	44.87
C365281	6	51.74	1.56	0.82	20	1.26	52.59	2.28
C365413	4	11.35	55.92	0.87	21			
C364955	3.6	1.09	24.21	36.33	25.5	0.65	8.31	57.51
AVARANGE	11.966667	29.3529	29.0418	3.3847	27.79444	1.03538	16.69	45.8554

## 2. Lintasan E02

BHID	LAPISAN LIMONIT				LAPISAN SAPROLIT			
	DEPTH GPR	Ni	Fe	SiO2	DEPTH GPR	Ni	Fe	SiO2
C365121	13	1.15	52.92	1.71	37	0.34	6.45	44.31
C149840Z	5	1.45	47.58	2.17	35.2			
C365158	10	1.49	43.38	12.91	39.41			
C352872Z	10	1.49	46.02	2.04	33	0.28	6.51	42.4
C365194	10	1.16	50.68	1.98	35.5	0.66	24.88	53.95
C149554Z	16	1.18	48.83	2.02	30	1.91	46.15	2.76
C365230	10.5	0.99	51.85	1.83	28.5	1.74	48.92	2.61
C352893Z	10	0.79	44.36	2.06	34	1.03	44.57	1.91
C365269	10	0.91	51.5	1.71	29.3	1.16	30.98	38.4
C149555Z	16	0.86	47.91	1.78	28.1	0.05	2.71	92.61
C365310	13	1.14	48.1	5.64	21	0.77	23.85	49.2
C352913Z	11.5	1.14	49.05	5.33	34.3			
C365349	11	1.79	45.07	3.01	29	0.27	6.5	48.78
C149556Z	12	1.53	43.28	3.49	28			
C365383	13	1.43	46.28	2.85	28	0.99	10.65	66.42
C352933Z	10	1.4	45.4	4.15	29	1.14	11.6	42.78
C365415	14	2.6	18.45	37.43	24	0.55	7.67	44.41
C149844Z	9	1.23	44.65	5.23	22.5	0.4	6.49	42.94
C352951Z	27	0.32	3.49	85.83	31	1.12	6.92	45.81
<b>AVERAGE</b>	<b>12.157895</b>	<b>1.26579</b>	<b>43.6211</b>	<b>9.6405</b>	<b>30.35842</b>	<b>0.82733</b>	<b>18.99</b>	<b>41.286</b>

## 3. Lintasan N01

BHID	LAPISAN LIMONIT				LAPISAN SAPROLIT			
	DEPTH GPR	Fe	SiO2	Ni	Depth GPR	Ni	Fe	SiO2
C365215	5	50.81	1.27	0.81	29	0.44	7.93	40.99
C365214	9	47.49	3.45	0.87	29	1.21	50.99	2.44
C352883Z	15	50.57	2	0.95	30	1.26	49.25	3.66
C365213	19	52.12	2.27	1.09	27.5	1.25	51.12	3.07
C155728Z	12	49.39	2.56	0.93	29	1.05	48.67	2.7
C365212	10.5	48.53	5.58	0.85	27.5	0.96	5.05	80.82
C352882Z	10	50.54	1.73	0.92	31	0.32	12.81	72.81
C365211	12	51.08	2.86	0.89	23.3	1.47	47.63	2.66
C149554Z	10	50.35	2.04	0.93	25	1.53	46.53	2.44
C365210	11	51.18	2.03	1.18	25	1.54	44.88	3.82
C352881Z	9.5	42.03	6.53	1.47	24	0.53	6.23	42.87
C365209	14	7.02	43.78	0.41	26.5			
C149458Z	4	46.55	1.93	1.04	25.6			
C365208	4	48.94	2.62	1.57	27.5			
C352880Z	6	42.04	2.29	1.49	19	1.9	7.1	47.18
C365207	4	1.98	42.94	7.29	21.6			
C149553Z	11	49.3	1.6	0.5	27	1.34	31.12	27.98
C365206	4	26.75	31.96	1.54	23	2.35	43.02	10.53
C352879Z	2	6.41	42.25	0.58	21	0.28	6.92	44.52
C155726Z	2	38.58	27.14	0.82	22	0.39	8.17	48.34
<b>AVERAGE</b>	<b>8.7</b>	<b>40.583</b>	<b>11.4415</b>	<b>1.3065</b>	<b>25.675</b>	<b>1.11375</b>	<b>29.21375</b>	<b>27.30188</b>

## 4. Lintasan N02

BHID	LAPISAN LIMONIT				LAPISAN SAPROLIT			
	DEPTH GPR	Ni	Fe	SiO2	Depth GPR	Ni	Fe	SiO2
C365252	10	0.81	49.41	3.35	27	1.08	50.57	2.59
C352896Z	10	0.92	46.94	5.52	21	0.99	49.12	2.35
C365251	12	0.88	50.44	2.18	24	1.08	51	2.54
C352895Z	9	0.89	50.9	1.73	25	1.18	48.82	2.93
C365250	10	0.96	52.89	2.12	31	1.22	42.12	3.15
C352894Z	8.5	0.9	51.13	1.74	30.5	1.2	48.65	2.11
C365249	12	0.99	51.96	1.86	30	1.3	50.69	2.18
C352893Z	11	0.91	50.83	1.9	28	1.19	47.95	2.17
C365248	12	0.96	51	1.87	29.5	1.09	39.18	25.38
C352892Z	14	1.53	47.58	2.1	35	0.21	2.78	88.71
C365247	11	0.99	50.44	1.72	36	2.67	21.61	41.42
C352891Z	9	1.53	45.97	3.83	32.5	0.82	7.76	46.92
C365246	15	2.68	26.36	33.69	29.5			
C352890Z	16	1.79	43.03	10.83	33	2.87	12.8	50.21
C365245	5	0.34	6.65	46.16	10	0.26	5.94	42.76
C365244	2.5	0.89	18.16	51.47	11	0.32	5.83	52.96
C352888Z	1.5	1.53	29.68	27.57	8	1.15	13.87	46.93
C365243	6.5	0.4	6.03	45.37	11	0.25	5.94	44.42
<b>AVERAGE</b>	<b>9.722222</b>	<b>1.105556</b>	<b>40.52222</b>	<b>13.61167</b>	<b>25.11111</b>	<b>1.110588</b>	<b>29.68412</b>	<b>27.04294</b>



## 5. Lintasan N03

BHID	LAPISAN LIMONIT				LAPISAN SAPROLIT			
	DEPTH GPR	Ni	Fe	SiO2	Depth GPR	Ni	Fe	SiO2
C352918Z	10	0.83	48.14	1.84	24.5	0.95	50.57	1.89
C365335	10	0.61	49.47	1.5	19.5	0.97	52.71	1.78
C352917Z	7	0.83	51.04	1.53	22	1.01	50.25	1.84
C365334	10	0.94	52.73	1.79	24	1.25	51.04	2.47
C352916Z	9	0.87	49.4	1.94	25	1.4	48.32	2.57
C365333	14.5	0.85	52.57	1.69	27	1.16	51.41	2.06
C352915Z	13	0.71	49.07	1.5	26	1.14	47.68	2.12
C365332	11	0.93	53.59	1.82	25	0.42	17.13	67.71
C352914Z	9	0.8	50.05	3.85	23	0.37	12.44	73.99
C365331	10	0.93	51.94	2.62	17	1.27	46.95	8.05
C352913Z	10	1.19	47.45	3.55	19	0.96	8.44	43.56
C365330	13	0.42	6.73	45.45	26	0.29	6.85	43.05
C352912Z	5	2.5	36.63	15.88	17	1.18	17.16	37.27
C365329	5	0.61	6.35	41.54	25.5			
C352911Z	4	0.41	5.93	42.3	22.6			
C365328	1	1.25	30.71	30.86	17	0.27	6.18	46.1
C352910Z	1	1.43	31.66	24.94	15	0.3	6.66	40.86
c365327	4.5	2.03	7.87	45.53	17.2			
C352909Z	3.5	0.27	6.5	43.52	15.4			
C365326	5.5	1.17	7.87	43.07	13.7			
C352908Z	1	1.93	32.91	19.8	11.8			
<b>AVERAGE</b>	<b>7.47619</b>	<b>1.024286</b>	<b>34.69571</b>	<b>17.92952</b>	<b>20.62857</b>	<b>0.862667</b>	<b>31.586</b>	<b>25.02133</b>