

SKRIPSI

ESTIMASI SUMBERDAYA TERUKUR ENDAPAN BIJIH NIKEL LATERIT MENGGUNAKAN METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHTING (IDW)*

(Studi Kasus: Blok X PT. Riota Jaya Lestari, Kecamatan Lasusua,
Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara)

Disusun dan diajukan oleh:

MUH. FARHAN
D111 20 1080



PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN
GOWA
2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

ESTIMASI SUMBERDAYA TERUKUR ENDAPAN BIJIH NIKEL LATERIT MENGGUNAKAN METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHTING (IDW)*

Disusun dan diajukan oleh

Muh. Farhan
D111 20 1080

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian
Studi Program Sarjana Program Studi Sarjana Teknik Pertambangan
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 16 Agustus 2024
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Irzal Nur, MT.
NIP. 19660409 199703 1 002

Ketua Program Studi,



Dr. Ir. Aryanti Virtanti Anas, S.T., M.T.
NIP. 197010052008012026



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muh. Farhan
NIM : D111 20 1080
Program Studi : Teknik Pertambangan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

{Estimasi Sumberdaya Terukur Endapan Bijih Nikel Laterit Menggunakan Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW)}

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judul dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan isi skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Gowa, 16 Agustus 2024

Yang Menyatakan



Muh. Farhan



ABSTRAK

MUH. FARHAN. *Estimasi Sumberdaya Terukur Endapan Bijih Nikel Laterit Menggunakan Metode Inverse Distance Weighting (IDW)* (dibimbing oleh Irzal Nur).P

PT. Riota Jaya Lestari merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan nikel yang sedang dalam tahap kegiatan eksplorasi yang berlokasi di Kecamatan Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Kegiatan eksplorasi merupakan lanjutan dari kegiatan prospeksi, di mana pada kegiatan ini telah diketahui kuantitas dan kualitas endapan nikel laterit sehingga pada tahap selanjutnya dapat dibuat suatu model endapan nikel laterit pada daerah tersebut. Penelitian ini berfokus pada masalah bagaimana tahapan dalam menganalisis data dan mengestimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit pada Blok X di daerah penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit serta menghitung berapa volume dan tonase nikel laterit pada blok tersebut pada setiap lapisan, serta rata-rata kadar Ni nya. Estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit ini dilakukan dengan bantuan perangkat lunak *GEOVIA Surpac 2020* menggunakan metode *Inverse Distance Weighting*. Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa data *assay*, *collar*, *survey* dan *lithology*. Hasil yang diperoleh dari estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit pada Blok X pada lapisan limonit yaitu volume sebesar 628.850 m³ dengan jumlah tonase sebesar 1.006.160 ton dengan rata-rata kadar sebesar 1,21% Ni. Pada lapisan saprolit diperoleh yaitu volume sebesar 493.250 m³ dengan jumlah tonase sebesar 739.875 ton dengan rata-rata kadar sebesar 1,76% Ni.

Kata Kunci: PT. Riota Jaya Lestari, Estimasi, Sumberdaya, *Inverse Distance Weighting*, Nikel Laterit



ABSTRACT

MUH. FARHAN. *Estimated Measured Resources of Laterite Nickel Ore Deposits Using the Inverse Distance Weighting (IDW) Method* (supervised by Irzal Nur).

PT. Riota Jaya Lestari is a company engaged in nickel mining which is currently in the exploration stage located in Lasusua District, North Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province. Exploration activities are a continuation of prospecting activities, where in this activity the quantity and quality of laterite nickel deposits is known so that at the next stage a model of laterite nickel deposits in the area can be created. This research focuses on the problem of how to analyze data and estimate the measured resources of nickel laterite deposits in Block X in the research area. This research aims to count estimate the measured resources of laterite nickel deposits and calculate the volume and tonnage of laterite nickel in the block in each layer, as well as the average Ni content. Estimation of measured resources for laterite nickel deposits was carried out with the help of GEOVIA Surpac 2020 software using the Inverse Distance Weighting method. The data used in this research are assay, collar, survey and lithology data. The results obtained from the estimation of the measurable resources of laterite nickel deposits in Block X in the limonite layer are a volume of 628,850 m³ with a total tonnage of 1,006,160 tonnes with an average content of 1.21% Ni. The results obtained from the estimated measured resource of laterite nickel deposits in Block The saprolite layer obtained was a volume of 493,250 m³ with a total tonnage of 739,875 tonnes with an average grade of 1.76% Ni.

Keywords: PT. Riota Jaya Lestari. Estimate, Resources, Inverse Distance Weighting, Nickel Laterite



DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN.....	ii
ABSTRAK.....	iii
ABSTRACT.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Nikel Laterit.....	4
2.2 Endapan Nikel Laterit.....	5
2.3 Sumberdaya Mineral.....	7
2.4 Estimasi Sumberdaya.....	9
2.5 Metode <i>Inverse Distance Weighting</i> (IDW).....	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Lokasi Penelitian.....	14
3.2 Pengumpulan Data.....	14
3.3 Pengolahan dan Analisis Data.....	15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	36
4.1 Analisis Statistik Univariat.....	36
4.2 Analisis Statistik Bivariat.....	39
4.3 Perhitungan Volume dan Tonase Sumberdaya Terukur.....	41
BAB V PENUTUP.....	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....	44



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Profil lapisan laterit (Elias, 2002)	5
Gambar 2 Hubungan umum antara hasil eksplorasi, sumberdaya mineral dan cadangan mineral (KCMI, 2017)	9
Gambar 3 Contoh perhitungan dengan metode IDW (Bargawa, 2015).....	13
Gambar 4 Peta lokasi Penelitian PT. Riota Jaya Lestari	14
Gambar 5 Tahap awal pembuatan <i>database</i>	15
Gambar 6 Pemberian nama pada <i>database</i>	16
Gambar 7 Penyesuaian data-data pada <i>database</i>	16
Gambar 8 Tampilan Import <i>database</i> yang telah dibuat.....	17
Gambar 9 Penyesuaian urutan kolom <i>Microsoft Excel</i> dengan <i>database</i>	17
Gambar 10 Penyesuaian urutan kolom <i>Microsoft Excel</i> dengan <i>database</i>	18
Gambar 11 Laporan hasil pembuatan <i>database</i>	18
Gambar 12 Pengaturan awal tampilan titik bor.....	19
Gambar 13 Pemberian warna pada lapisan nikel laterit.....	19
Gambar 14 Menampilkan titik bor	20
Gambar 15 Pengaturan titik bor	20
Gambar 16 Pengaturan titik bor	21
Gambar 17 Perintah awal pemodelan geologi	21
Gambar 18 Pengaturan <i>zone thickness and depth</i>	22
Gambar 19 Pengaturan <i>define the geology zones</i>	22
Gambar 20 Pengaturan <i>create a surface</i>	23
Gambar 21 DTM dan string dari lapisan saprolit.....	23
Gambar 22 Pengaturan <i>create solid by intersecting 2 DTMs</i>	24
Gambar 23 Tampilan Solid DTM	24
Gambar 24 Tampilan Solid <i>with topo</i>	24
Gambar 25 Tampilan pembuatan <i>composite downhole</i>	25
Gambar 26 Pengaturan <i>composite downhole</i>	25
Gambar 27 Tampilan <i>basic statistics window</i>	26
Gambar 28 Histogram Ni_sap.....	26
Gambar 29 Pengaturan XY plot.....	27
Gambar 30 Tampilan grafik <i>scatter regresi</i> linear pada lapisan saprolit.....	27
Gambar 31 Tampilan awal pembuatan block model.....	28
Gambar 32 Pengaturan awal model blok	28
Gambar 33 Pengaturan <i>draw block model</i>	29
Gambar 34 Tampilan model blok awal.....	29
Gambar 35 Pengaturan pada <i>enter constraints</i>	30
Gambar 36 Pengaturan <i>add attributes</i>	30
Gambar 37 Pengaturan <i>assign values</i>	31
Gambar 38 Pengaturan <i>search parameters</i>	31
Gambar 39 Pengaturan <i>enter constraints ore_lim</i>	32
Gambar 40 <i>Constraint ore_lim</i>	32
Gambar 41 <i>Constraint ore_sap</i>	33
Gambar 42 Pengaturan <i>block colours</i>	33



Gambar 43 Blok model sesuai <i>range</i> kadar	34
Gambar 44 Pengaturan <i>block model report</i>	34
Gambar 45 Pengaturan <i>enter constraint</i>	35
Gambar 46 Diagram alir penelitian.....	35
Gambar 47 Kurva histogram kadar nikel pada lapisan limonit.....	37
Gambar 48 Kurva histogram kadar besi pada lapisan limonit	37
Gambar 49 Kurva histogram kadar nikel pada lapisan saprolit	39
Gambar 50 Kurva histogram kadar besi pada lapisan saprolit.....	39
Gambar 51 Grafik <i>Scatter Regresi Linear</i> Ni Dan Fe pada lapisan Limonit	40
Gambar 52 Grafik <i>Scatter Regresi Linear</i> Ni Dan Fe pada lapisan Saprolit	40
Gambar 53 Block Model endapan nikel laterit diatas COG 1,5% metode IDW ..	41
Gambar 54 Block model 3D endapan nikel laterit diatas COG metode IDW	41



DAFTAR TABEL

Tabel 1 Hasil analisis statistik <i>univariate</i> data kadar pada lapisan limonit.	37
Tabel 2 Hasil analisis statistik <i>univariate</i> data kadar pada lapisan saprolit.....	39
Tabel 3 Hasil estimasi sumberdaya endapan nikel laterit metode IDW pada lapisan limonit	42
Tabel 4 Hasil estimasi sumberdaya endapan nikel laterit metode IDW pada lapisan saprolit	42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data <i>Assay</i>	47
Lampiran 2 Data <i>Collar</i>	84
Lampiran 3 Data <i>Survey</i>	86
Lampiran 4 Data <i>Lithology</i>	88



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Estimasi Sumberdaya Terukur Endapan Bijih Nikel Laterit Menggunakan Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW)” yang disusun sebagai salah satu syarat lulus Mata Kuliah Skripsi Departemen Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan saran, masukan, serta dukungan baik secara moril dan materil kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Terima kasih banyak kepada PT. Riota Jaya Lestari yang telah menyuplai data yang digunakan dalam penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih banyak kepada Bapak Dr. Ir. Irzal Nur, MT. selaku Kepala Laboratorium Eksplorasi Mineral sekaligus sebagai pembimbing skripsi. Terima kasih banyak kepada KTT PT. Riota Jaya Lestari Bapak Benyamin Sau Pantintingan, Bapak Suharjono selaku WKTT PT. Riota Jaya Lestari, Bapak Taaluddin selaku kepala HRD beserta jajarannya. Bapak Asep Cahyaman selaku Kepala Laboratorium .

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak Hans Habel Halomoan Hutabarat S.T selaku Geologist di PT. Riota Jaya Lestari sekaligus pembimbing utama penelitian yang dilakukan di PT. Riota Jaya Lestari. Kak Uliyana S.T., sebagai Database Geologist, Mas Hadi, Mas Eko, Mas Cakrafarizi Terima Kasih atas Ilmu yang telah diberikan. Warga Sanum yang selalu menemani Kak Tarmizzy, Kak Ilham, Kak Rezki, Kak Nobi. Pak Yoyo dan Kak Nisa Terimakasih atas dedikasinya. Terima Kasih kepada Kak Irfan Syahputra, Kak Adi Kurniawan dan anggota Laboratorium atas ilmu yang telah diberikan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman DRILLING 2020, teman-teman Laboratorium Eksplorasi Mineral, Anggota Lakanas yang selalu memberikan dukungan, sobat CU yang selalu kebersamai penulis dari awal hingga akhir perkuliahan. Serta ucapan terima kasih banyak yang sedalam-dalamnya kepada Bapak H. Abdul Gani dan Ibu Hj. Jumrah selaku orang tua yang tiada henti-hentinya memberikan do'a dan dukungan dalam bentuk apapun sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberikan pengetahuan dan pengembangan wawasan khususnya mengenai Estimasi Sumberdaya Terukur Endapan Bijih Nikel Laterit Menggunakan Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).

Gowa, 16 Agustus 2024



Muh. Farhan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nikel merupakan salah satu komoditas tambang utama dari negara Indonesia. Pada dasarnya sumber bahan galian nikel di alam dapat dijumpai dalam dua bentuk yaitu nikel primer yang berasal dari pembekuan magma yang bersifat ultra basis dan nikel sekunder yang dihasilkan oleh proses pengkayaan sekunder di bawah zona *water table*. Di Indonesia sumber nikel hanya dijumpai dalam bentuk nikel sekunder atau yang disebut juga sebagai nikel laterit. Nikel mempunyai sifat tahan karat. Istilah *laterite* bisa diartikan sebagai endapan yang kaya oksida besi, meski unsur silika dan secara intensif ditemukan pada endapan lapukan iklim tropis (Isjudarto, 2013).

Endapan Nikel laterit merupakan sumber bahan tambang yang sangat penting. Endapan Nikel laterit terbentuk pada proses pelapukan kimia yang lama dari batuan ultramafik yang mengandung mineral ferro-magnesian. Batuan ultramafik terdiri dari dunit, peridotit, piroksinit, hornblendit, dan serpentinit. Mineral ini umumnya terbentuk pada wilayah yang beriklim tropis sampai subtropis. Negara-negara yang kebanyakan mengandung nikel laterit diantaranya, Philipina, Indonesia, Columbia dan Australia (Ardiansyah, 2013).

Sumberdaya dan Cadangan bijih nikel laterit di Indonesia sangat berlimpah. Berdasarkan Pusat Sumber Daya Mineral Batubara dan Panas Bumi (PSDMBP) tahun 2022, terdapat 10 total provinsi di Indonesia yang memiliki sumberdaya endapan nikel laterit, diantaranya yaitu Aceh, Kalimantan Tengah, Kalimantan Timur, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Maluku, Maluku Utara, Papua dan Papua Barat. Dari 10 provinsi tersebut, Sulawesi Tenggara merupakan salah satu provinsi dengan total sumberdaya dan total Cadangan terbesar di Indonesia (Hasria dan Septiana, 2024).

Provinsi Sulawesi Tenggara merupakan salah satu daerah yang mempunyai prospek tambang nikel terbesar. Salah satunya di PT. Riota Jaya Lestari yang

di Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. PT. Riota Jaya merupakan sebuah perusahaan yang bergerak di bidang pertambangan nikel ang dalam tahap kegiatan eksplorasi. Kegiatan eksplorasi merupakan



lanjutan dari kegiatan prospeksi, di mana pada kegiatan ini telah diketahui kuantitas dan kualitas endapan nikel laterit sehingga pada tahap selanjutnya dapat dibuat suatu model endapan nikel laterit pada daerah tersebut.

Pemodelan endapan nikel laterit terdiri dari beberapa metode interpolasi. Metode-metode tersebut telah dikembangkan dalam perangkat lunak (*software*), diantaranya adalah metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) dan metode geostatistik kriging. Dalam dunia pertambangan dan eksplorasi metode interpolasi digunakan dalam penaksiran kadar suatu mineral berharga atau elemen-elemen lain pada lokasi-lokasi yang tidak tersampel atau tidak mempunyai data (Purnomo, 2018).

Kegiatan estimasi diperlukan dalam penambangan nikel laterit untuk dapat menghitung sumberdaya sebelum proses penambangan berlangsung. Dalam penentuan estimasi sumberdaya nikel dibutuhkan prosedur atau teknik yang tepat dengan beberapa metode. Pada penelitian ini menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW). Pada kegiatan eksplorasi endapan nikel laterit terutama pada tahapan prospeksi dan eksplorasi pendahuluan metode interpolasi IDW sering digunakan karena dalam proses perhitungannya metode ini lebih sederhana dan lebih mudah dipahami, tidak seperti metode geostatistik kriging yang memerlukan tahapan pemodelan variogram sebelum proses perhitungan kriging itu sendiri. Selain itu metode kriging memerlukan data yang lebih banyak dibandingkan untuk metode IDW. Menurut Voltz dan Webster (1990) untuk mendapatkan model variogram yang stabil memerlukan 100-150 data, sedangkan metode IDW memerlukan minimal 14 data yang cukup mewakili (Yasrebi et al., 2009).

Estimasi sumberdaya berperan penting dalam menentukan kuantitas dan kualitas dari suatu endapan sebab dari hasil estimasi yang baik dan akurat yang sesuai dengan keberadaannya di lapangan. Penentuan estimasi sumberdaya memerlukan metode perhitungan yang sesuai dengan kondisi geologi, genesa, dan mineralisasi pada suatu daerah penelitian. Dari hal tersebut penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi geologi endapan nikel laterit daerah penelitian, kemudian

masi sumberdaya nikel laterit dengan menggunakan metode *Inverse Weight* (IDW), dan mengetahui jumlah tonase sumberdaya di daerah

1.



Berdasarkan latar belakang di atas, maka dilakukan penelitian mengenai eksplorasi yang bertujuan untuk mengetahui jumlah sumberdaya terukur endapan bijih nikel laterit menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW). Estimasi sumberdaya ini dilakukan berdasarkan data-data pengeboran eksplorasi pada Blok X di PT. Riota Jaya Lesatari dan mengetahui jumlah tonase sumberdaya pada blok tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini antara lain :

1. Berapa volume dan tonase hasil estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) pada lapisan limonit.
2. Berapa volume dan tonase hasil estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) pada lapisan saprolit.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian adalah sebagai berikut:

1. Mengestimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) pada lapisan limonit.
2. Mengestimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit dengan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) pada lapisan saprolit.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan mengenai metode estimasi sumberdaya terukur endapan nikel laterit dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* dan sebagai bahan masukan bagi perusahaan untuk mengetahui estimasi endapan nikel laterit dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nikel Laterit

Nikel merupakan unsur logam yang terbentuk secara alami dan memiliki ciri mengkilap serta berwarna putih keperak-perakan. Sebagian besar nikel yang diproduksi di Indonesia diekspor, sedangkan pemanfaatannya di dalam negeri terbilang masih rendah. Kegiatan penambangan nikel di Indonesia dilakukan dengan metode penambangan terbuka yang dikenal dengan istilah *open pit mining*. Metode ini dipilih karena karakteristik bijih nikel di Indonesia merupakan nikel laterit (Arif, 2018).

Nikel adalah salah satu logam penting dengan konsumsi global sekitar dua juta ton per tahun. Cadangan nikel di dunia diperkirakan sekitar 95 juta metrik ton yang di antara jumlah tersebut Indonesia dan Australia masing-masing memiliki cadangan sebesar 21 juta metrik ton, Brazil 16 juta metrik ton, dan Rusia sebesar 16 juta ton (Garside, 2022). Di Indonesia, nikel laterit tersebar di beberapa daerah dengan potensi terbesar berada di Pulau Sulawesi yang ditandai dengan banyaknya batuan ultrabasa yang dikenal dengan nama Sulawesi Timur atau *Ophiolite* (ESO) di pulau tersebut (Kadarusman dkk., 2004).

Istilah Laterit berasal dari bahasa Latin yaitu *later*, yang artinya bata (membentuk bongkah-bongkah yang tersusun seperti bata yang berwarna merah bata). Hal ini dikarenakan tanah laterit yang tersusun oleh fragmen-fragmen batuan yang mengambang di antara matriks, seperti bata diantara semen (Guilbert and Park, 1986). Lateritisasi adalah proses pelapukan secara kimiawi yang mengakibatkan pengayaan sekunder pada unsur-unsur tertentu dan menghasilkan endapan yang bernilai ekonomis, seperti endapan nikel. Mineral ini umumnya terbentuk pada wilayah yang beriklim tropis sampai sub-tropis (Ahmad, 2002).

Nikel laterit adalah produk residual pelapukan kimia pada batuan ultramafik. Proses ini berlangsung selama jutaan tahun dimulai ketika batuan tersingkap di permukaan bumi (Syafriзал, 2011). Logam nikel banyak digunakan untuk pembuatan baja tahan karat (*stainless steel*). Nikel merupakan warna kelabu perak yang memiliki sifat fisik antara lain (Guilbert, 1986):

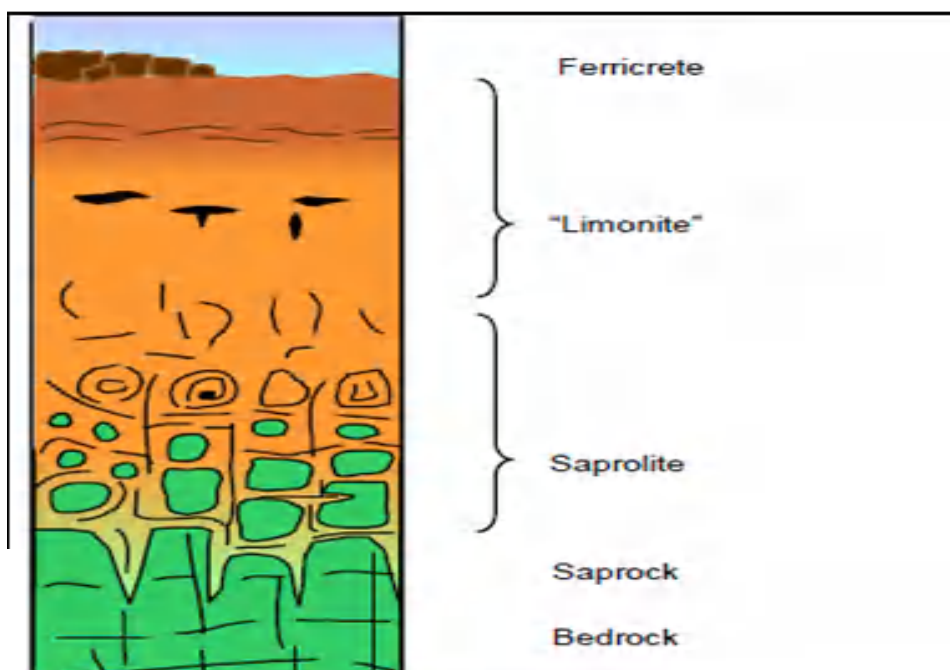


1. Kekuatan dan kekerasan nikel menyerupai kekuatan dan kekerasan besi.
2. Mempunyai sifat daya tahan terhadap karat dan korosi.
3. Pada udara terbuka memiliki sifat yang lebih stabil daripada besi. (membentuk bongkah-bongkah yang tersusun seperti bata yang berwarna merah bata).

2.2 Endapan Nikel Laterit

Endapan nikel laterit merupakan hasil proses pelapukan batuan ultramafik. Profil endapan nikel laterit di kelompokkan menjadi tiga lapisan utama (Ahmad, 2009):

1. Zona limonit merupakan hasil pelapukan lanjut dari batuan beku ultrabasa. Komposisinya meliputi oksida besi yang dominan, goethite dan magnetit. Ketebalan lapisannya rata-rata 8-15 meter. Kemunculan bongkah-bongkah batuan beku ultrabasa pada zona ini tidak dominan atau hampir tidak ada.
2. Zona saprolit merupakan zona pengayaan unsur Ni. Komposisinya berupa oksida besi, serpentin sekitar <math><0.4\%</math> kuarsa magnetit dan tekstur batuan asal yang masih terlihat. Ketebalan lapisan ini berkisar 5-18 meter.
3. Zona *bedrock* merupakan bagian terbawah dari profil laterit. Tersusun atas bongkah yang lebih besar dari 75 cm. dan blok peridotit (batuan dasar) dan secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis.



Gambar 1 Profil lapisan laterit (Elias, 2002)



Gambaran profil endapan nikel laterit menjadi lima lapisan berdasarkan komposisi mineralnya (Syafrizal, 2011):

- a. Lapisan tanah penutup lapisan tanah penutup biasanya disebut *iron capping*. Material lapisan berukuran lempung, berwarna coklat kemerahan, biasanya terdapat juga sisa-sisa tumbuhan. Pengkayaan Fe terjadi pada zona ini kerana terdiri dari kongresi besi oksida *mineral hematite* (Fe_2O_3) dan kongresi *chromiferous* (FeCr_2O_4) dengan kandungan nikel relatif rendah. Tebal lapisan bervariasi antara 0-2 m. Tekstur batuan asal tidak dapat dikenali lagi. Kandungan unsur Ni pada zona ini 30%.
- b. Zona limonit merupakan lapisan berwarna coklat muda, ukuran butir lempung sampai pasir, tekstur batuan asal mulai dapat diamati walaupun masih sangat sulit, dengan tebal lapisan berkisar antara 1–10 m. Lapisan ini tipis pada daerah yang terjal, dan sempat hilang karena erosi pada zona limonit hampir seluruh unsur yang mudah larut hilang terlindi, kadar MgO hanya tinggal kurang dari 2% berat dan kadar SiO_2 berkisar 2-5% berat. Sebaliknya kadar hematit menjadi sekitar 60–80% berat kadar Al_2O_3 maksimum 7% berat. Kandungan Ni pada zona ini berada pada selang antara 1% sampai 1,4%. Zona ini didominasi oleh mineral goethite, disamping juga terdapat magnetit, hematit dan kromit. Pada goethite terikat nikel, kromit, kobalt, vanadium, serta aluminium.
- c. Zona transisi atau intermediet merupakan zona yang berada antara zona limonit dengan zona saprolit. Adanya zona ini disebabkan sulitnya untuk memisahkan zona limonit dan saprolit saat penambangan. Sebenarnya, dalam setiap ketajaman klasifikasi pada laterit dapat sewenang-wenangnya karena perbedaannya yang begitu kecil.
- d. Zona saprolit merupakan lapisan dari batuan dasar yang sudah lapuk, berupa bongkah-bongkah lunak berwarna coklat kekuningan sampai kehijauan. Struktur dan tekstur batuan asal masih terlihat. Perubahan geokimia zona saprolit yang terletak di atas batuan asal ini tidak banyak, H_2O dan nikel bertambah dengan kadar Ni keseluruhan lapisan antara 2%–4% sedangkan magnesium dan silikon hanya sedikit yang hilang terlindi. Zona ini terdiri dari garnierit yang menyerupai bentuk *vein*, mangan, serpentin, kuarsa



sekunder yang bertekstur *boxwork* (tekstur seperti jaring laba-laba), krisopras dan beberapa tempat sudah terbentuk limonit yang mengandung fehidroksida.

- e. *Bedrock* merupakan bagian terbawah dari profil nikel laterit, berwarna hitam kehijauan, terdiri dari bongkah-bongkah batuan dasar dengan ukuran >75 cm, dan secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis. Kadar mineral mendekati atau sama dengan batuan asal, yaitu dengan kadar Fe \pm 5% Ni dan Co antara 0,01 – 0,30%.

2.3 Sumberdaya Mineral

Sumberdaya mineral adalah suatu konsentrasi atau keterjadian dari material yang memiliki nilai ekonomi pada atau di atas kerak bumi, dengan bentuk, kualitas, dan kuantitas tertentu yang memiliki keprospeksian yang beralasan untuk pada akhirnya dapat ekonomis. Lokasi, diekstraksi kuantitas, secara kadar, karakteristik geologi dan kemenerusan dari sumberdaya mineral haruslah dapat diketahui, diestimasi atau diinterpretasikan berdasarkan bukti-bukti dan pengetahuan geologi yang spesifik. Sumberdaya mineral dikelompokkan lagi berdasarkan tingkat keyakinan geologinya dalam kategori Tereka, Terunjuk dan Terukur (KCMI, 2017).

Bagian dari cebakan yang tidak memiliki prospek yang beralasan pada akhirnya dapat diekstraksi secara ekonomis tidak boleh disebut sebagai sumberdaya mineral. Istilah sumberdaya mineral mencakup mineralisasi, termasuk material sisa dan material buangan, yang telah diestimasi dan diidentifikasi melalui eksplorasi dan pengambilan conto, dan darinya cadangan bijih dapat ditentukan dengan pertimbangan dan penerapan faktor pengubah (KCMI, 2017).

2.3.1 Klasifikasi Sumber Daya Mineral dan Cadangan

Sumberdaya mineral adalah endapan mineral yang diharapkan dapat dimanfaatkan secara nyata. Sumber daya mineral dengan keyakinan geologi tertentu dapat berubah menjadi cadangan setelah dilakukan pengkajian kelayakan tambang dan memenuhi kriteria layak tambang. Istilah Sumberdaya mineral

p mineralisasi, termasuk material buangan dan material sisa, yang telah kasi dan diestimasi melalui eksplorasi dan pengambilan sampel, dan



darinya cadangan mineral dapat ditentukan dengan pertimbangan dan penerapan faktor pengubahnya (KCMI, 2017).

Lokasi, kuantitas, kadar, karakteristik geologi dan kemenerusan dari Sumberdaya Mineral harus diketahui, diestimasi atau diinterpretasikan berdasar bukti-bukti dan pengetahuan geologi yang spesifik, termasuk pengambilan contohnya. Sumberdaya Mineral dikelompokkan lagi berdasar tingkat keyakinan geologinya, ke dalam kategori Tereka, Tertunjuk dan Terukur (KCMI, 2017).

1. Sumberdaya mineral tereka

Sumberdaya mineral tereka merupakan bagian dari sumberdaya mineral dimana kuantitas dan kualitas kadarnya diestimasi berdasarkan bukti-bukti geologi dan pengambilan conto yang terbatas. Bukti geologi tersebut memadai untuk menunjukkan keterjadiannya tetapi tidak memverifikasi kemenerusan kualitas atau kadar dan kemenerusan geologinya. Sumberdaya mineral tereka memiliki tingkat keyakinan lebih rendah dalam penerapannya dibandingkan dengan sumberdaya mineral tertunjuk dan tidak dapat dikonversi ke cadangan mineral. Sangat beralasan untuk mengharapkan bahwa sebagian besar sumberdaya mineral tereka dapat ditingkatkan menjadi sumberdaya mineral tertunjuk sejalan dengan berlanjutnya eksplorasi.

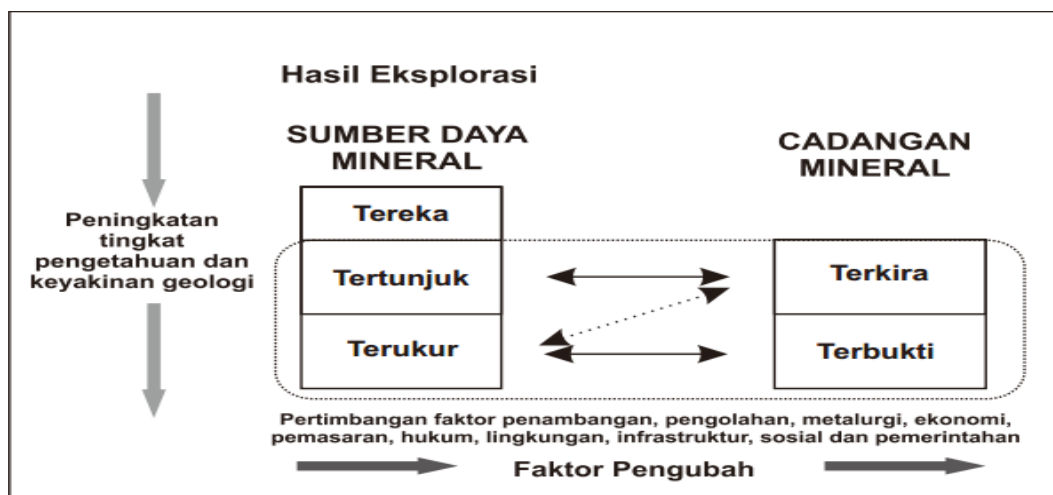
2. Sumberdaya mineral tertunjuk

Sumberdaya mineral tertunjuk merupakan bagian dari sumberdaya mineral di mana kuantitas, kadar atau kualitas, kerapatan, bentuk, dan karakteristik fisiknya dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang cukup untuk memungkinkan penerapan faktor-faktor pengubah secara memadai untuk mendukung perencanaan tambang dan evaluasi kelayakan ekonomi cebakan tersebut. Bukti geologi didapatkan dari eksplorasi, pengambilan conto dan pengujian yang cukup detail dan andal, dan memadai untuk mengasumsikan kemenerusan geologi dan kadar atau kualitas di antara titik-titik pengamatan. Sumberdaya mineral tertunjuk memiliki tingkat keyakinan yang lebih rendah penerapannya dibandingkan dengan sumberdaya mineral terukur dan hanya dapat dikonversi ke cadangan mineral



3. Sumberdaya mineral terukur

Sumberdaya mineral terukur merupakan bagian dari sumberdaya mineral di mana kuantitas, kadar atau kualitas, kerapatan, bentuk, karakteristik fisiknya dapat diestimasi dengan tingkat keyakinan yang memadai untuk memungkinkan penerapan faktor-faktor pengubah untuk mendukung perencanaan tambang detail dan evaluasi akhir dari kelayakan ekonomi cebakan tersebut. Bukti geologi didapatkan dari eksplorasi, pengambilan conto dan pengujian yang detail dan andal, dan memadai untuk memastikan kemenerusan geologi dan kualitasnya di antara titik-titik pengamatan. Sumberdaya mineral terukur memiliki tingkat keyakinan yang lebih tinggi penerapannya dibandingkan dengan sumberdaya mineral tertunjuk ataupun sumberdaya mineral tereka. Sumberdaya mineral terukur dapat dikonversi ke cadangan mineral terbukti atau cadangan mineral terkira (KCMI, 2017).



Gambar 2 Hubungan umum antara hasil eksplorasi, sumberdaya mineral dan cadangan mineral (KCMI, 2017)

2.4 Estimasi Sumberdaya

Sumberdaya mineral adalah suatu konsentrasi dari material yang memiliki nilai ekonomis dengan bentuk, kualitas dan kuantitas tertentu. Secara umum, penentuan volume deposit pada kawasan yang telah dilakukan pemboran dapat dilakukan estimasi. Kadar dan atribut yang lain perlu diperhatikan saat proses estimasi ini. Keadaan geologi yang bervariasi mengakibatkan estimasi sulit untuk dilakukan. Sehingga, perlu digunakan beberapa jenis dari metode estimasi yang berbeda-beda untuk tujuan yang berbeda-beda (Chairul, 1994).



Estimasi sumberdaya membutuhkan pertimbangan detail sejumlah masalah kritis. Secara keseluruhan masalah terkait sedemikian rupa sehingga kualitas sumber dapat merepresentasikan daya standar perkiraan dari suatu perusahaan. Ketika salah satu faktornya tidak diperhatikan maka akan mempengaruhi hasil perkiraan sumberdaya yang dilakukan. Kualitas perkiraan sumber daya mineral tergantung pada data yang tersedia dan kompleksitas geologi. Namun, perkiraan sumber daya juga sangat kuat bergantung pada keseluruhan keterampilan teknis dan pengalaman staf tambang, bagaimana masalah yang dihadapi diselesaikan, tingkat perhatian terhadap detail pada setiap tahap, pengungkapan terbuka asumsi dasar beserta pembenarannya, dan kualitas dokumentasi untuk setiap langkah (Rossi, 2014).

Kualitas estimasi sumberdaya secara langsung bergantung pada kualitas pengumpulan data dan prosedur penanganannya. Konsep kualitas data digunakan secara pragmatis. Dimana konsepnya yaitu data (sampel) dari volume tertentu akan dikumpulkan dan digunakan untuk memprediksi tonase dan kadar elemen yang dianalisis. Keputusan dibuat berdasarkan pengetahuan geologis dan analisis statistik diterapkan dalam hubungannya dengan informasi teknis lainnya. Oleh karena itu, basis numerik untuk analisis harus berkualitas. Hal ini penting dilakukan karena sebagian kecil dari deposit mineral diambil sampelnya (Rossi, 2014).

Hal lainnya yang perlu diperhatikan adalah bahwa sampel yang diambil dari volume endapan harus representatif. Representatif artinya pengambilan sampel dan penganalisaan proses yang digunakan untuk mendapatkan hasil sampel dalam nilai itu secara statistik mirip dengan yang lain serta dapat ambil dari volume yang sama. Oleh karena itu, nilai sampel dipertimbangkan untuk menjadi representasi yang adil dari nilai sebenarnya dari volume sampel batuan. Representasi dalam arti spasial menyiratkan bahwa sampel telah diambil kira-kira *grid sampling* biasa atau kuasi-reguler, sehingga setiap sampel mewakili volume atau area serupa di dalam tubuh bijih yang diinginkan. Jika sampel tidak representatif, maka terjadi kesalahan akan diperkenalkan yang akan membiaskan perkiraan sumber daya pada tahap akhir

2014).



2.5 Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW)

Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) adalah salah satu dari metode penaksiran dengan pendekatan blok model yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Bobot (*weight*) akan berubah secara linier sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Pemilihan nilai pada *power* sangat mempengaruhi hasil interpolasi. Nilai *power* yang tinggi akan memberikan hasil seperti menggunakan interpolasi *nearest neighbor* dimana nilai yang didapatkan merupakan nilai dari data *point* terdekat (NCGIA, 2007).

Metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) secara langsung mengimplementasikan asumsi bahwa sesuatu yang saling berdekatan akan lebih serupa dibandingkan dengan yang saling berjauhan. Untuk menaksir sebuah nilai di setiap lokasi yang tidak di ukur, IDW akan menggunakan nilai-nilai ukuran yang mengitari lokasi yang akan ditaksir tersebut. Pada metode IDW, diasumsikan bahwa tingkat korelasi dan kemiripan antara titik yang ditaksir dengan data penaksir adalah proporsional terhadap jarak. Bobot akan berubah secara linier, sebagai fungsi seper jarak, sesuai dengan jaraknya terhadap data penaksir (Almasi dkk., 2014). Bobot ini tidak dipengaruhi oleh posisi atau letak dari data penaksir dengan data penaksir yang lain. Faktor penting yang dapat mempengaruhi hasil penaksiran adalah *actor power* dan radius di sekitar (*neighboring radius*) atau jumlah data penaksir (Almasi dkk., 2014).

Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) merupakan metode deterministik yang sederhana dengan mempertimbangkan titik disekitarnya. Asumsi dari metode ini adalah nilai interpolasi akan lebih mirip pada data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot (*weight*) akan berubah secara linier sesuai dengan jaraknya dengan data sampel. Bobot ini tidak akan dipengaruhi oleh letak dari data sampel. Metode ini biasanya digunakan dalam industri pertambangan karena mudah untuk digunakan. Dalam penaksiran data kadar dilakukan teknik-teknik pembobotan yang ada pada umumnya didasarkan pada:



letak *grid* yang atau blok yang akan ditaksir terhadap letak data sampel.
ecenderung penyebaran kualitas data.

- c. Orientasi setiap sampel yang menunjukkan hubungan letak ruang antar sampel.
- d. Untuk mendapatkan efek penghalusan (pemerataan) data, dilakukan faktor pangkat. Pilihan dari pangkat yang digunakan (titik bor 1, titik bor 2, titik bor 3, dst) yang berpengaruh terhadap hasil taksiran. Semakin tinggi pangkat yang digunakan, hasilnya semakin mendekati metode *Polygon* sampel terdekat.
- e. Dalam metode ini, komputer memeriksa jarak antara sampel dari kumpulan blok dan menolak data yang berada diluar radius tertentu dan ditentukan dengan persamaan sebagai berikut (Annels, 1991):

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^k} Z_i}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{d_i^k}}$$

Dimana;

Z = Kadar taksia (%)

n = Jumlah data

i = Kadar ke-i (%)

d_i = Spasi antara titik taksiran dengan titik ke-i yang ada datanya (m)

k = Pangkat (*script*)

Z_i = Kadar pad titil yang memiliki data (%)

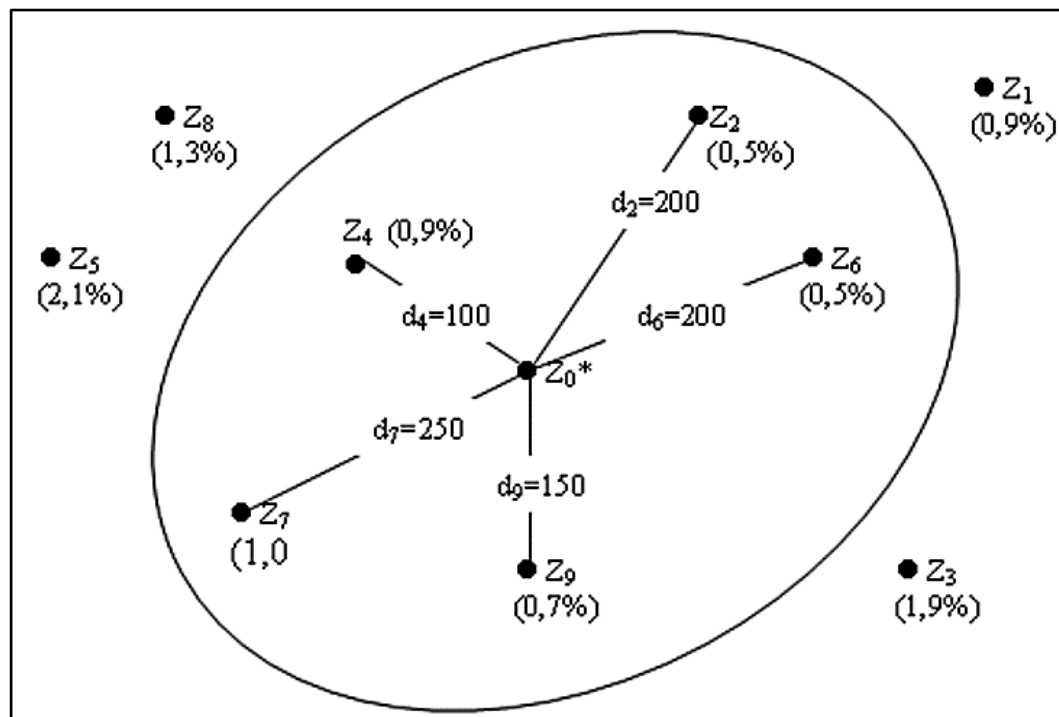
Pangkat “k” biasanya bervariasi antara 1, 2, 3, dan seterusnya. Metode ini hanya berlaku ketika sampel dalam area pencarian tertentu dan dilakukan secara berulang-ulang dan biasanya dilakukan dengan komputersasi (Annels, 1991).

Kelebihan dari metode interpolasi IDW ini adalah karakteristik interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi titik-titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi. Titik-titik yang terletak jauh dari titik sampel dan yang diperkirakan memiliki korelasi spasial yang kecil atau bahkan tidak memiliki korelasi spasial dapat dihapus dari perhitungan. Titik-titik yang digunakan dapat ditentukan dan jarak yang ingin diinterpolasi. Kelemahan dari interpolasi IDW adalah at mengestimasi nilai diatas nilai maksimum dan dibawah nilai minimum titik sampel (Purnomo, 2018).



Kekurangan dari metode IDW adalah nilai hasil interpolasi terbatas pada nilai yang ada pada data sampel. Pengaruh dari data sampel terhadap hasil interpolasi disebut sebagai *isotropic*. Metode ini menggunakan rata-rata dari data sampel sehingga nilainya tidak bisa lebih kecil dari minimum atau lebih besar dari data sampel. Jadi, puncak bukit atau lembah terdalam tidak dapat ditampilkan dari hasil interpolasi model ini (Purnomo, 2018).

Data di dekat blok memperoleh bobot lebih besar, sedangkan data jauh dari blok bobotnya lebih kecil. Bobot ini berbanding terbalik dengan jarak data dari blok yang ditaksir. Metode IDW merupakan kombinasi linear atau harga rerata tertimbang (*weight average*) dari kadar komposit di sekitar blok. Prinsip dasar metode ini adalah menentukan bobot conto sebagai fungsi dari jarak conto terhadap blok yang ditaksir seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Contoh perhitungan dengan metode IDW (Bargawa, 2015)

