

ESTIMASI SUMBERDAYA NIKEL MENGGUNAKAN METODE *INVERSE DISTANCE WEIGHT* PADA PT MAHKOTA SEMESTA NIKELINDO

Suci Setiawati^[1], Hasbi Bakri^[2], Muhammad Hardin Wakila^[3], Anshariah^[4], Mubdiana Arifin^[5],
Andi Fahdli Heriansyah^[6]

^[1,2,3,4,5,6]Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim
Indonesia, Makassar, Indonesia

Email: sucisetiawati10062000@gmail.com

ABSTRAK

Metode IDW merupakan teknik interpolasi geostatistik yang mengandalkan data titik terdekat untuk memperkirakan nilai pada lokasi yang belum diketahui. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi sumber daya nikel laterit dengan menerapkan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) pada PT Mahkota Semesta Nikelindo dan mengetahui klasifikasi sumberdaya nikel laterit dengan pendekatan RKSD (*Relative Kriging Standard Deviation*). Penelitian yang dilakukan dengan jumlah titik bor sebanyak 56 titik bor dengan jarak 25 meter, menghasilkan jumlah sumberdaya yang telah dihitung dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) mendapatkan nilai kadar rata-rata yaitu 2,04% Ni data distribusi mineralisasi kadar nikel *Cut off Grade* (COG) Ni, >1,4% Ni, >1,8% Ni, >2,1 % Ni, >3,1% Ni, yang diproyeksikan dalam Blok model. Estimasi kuantitatif sumber daya berdasarkan analisis *Inverse Distance Weighting* (IDW) sebesar 1.875.378 ton. Hasil pengelompokan sumberdaya nikel laterit menggunakan perhitungan RKSD (*Relative Kriging Standard Deviation*) tergolong kedalam sumberdaya *Measured* (Terukur).

Kata Kunci: Nikel laterit, Estimasi sumberdaya, Metode *Inverse Distance Weighting*, Kadar, Tonase.

ABSTRACT. The IDW method is a geostatistical interpolation technique that relies on the nearest point data to estimate the value at an unknown location. This study aims to identify laterite nickel resources by applying the Inverse Distance Weighting (IDW) method at PT Mahkota Semesta Nikelindo and to determine the classification of laterite nickel resources using the RKSD (Relative Kriging Standard Deviation) approach. The study was conducted with 56 drill points with a distance of 25 meters, resulting in the amount of resources that have been calculated using the Inverse Distance Weighting (IDW) method getting an average grade value of 2.04% Ni, nickel mineralization distribution data Cut off Grade (COG) Ni, >1.4% Ni, >1.8% Ni, >2.1% Ni, >3.1% Ni, which is projected in the Block model. Quantitative resource estimation based on Inverse Distance Weighting (IDW) analysis is 1,875,378 tons. The results of grouping nickel laterite resources using RKSD (Relative Kriging Standard Deviation) calculations are classified as Measured resources.

Keywords: Nickel laterite, Resource estimation, *Inverse Distance Weighting Method*, grade, Tonnage

1. PENDAHULUAN

Indonesia adalah negara penghasil nikel terbesar kedua di dunia setelah Rusia, menyumbang sekitar 15% dari total produksi nikel global pada tahun 2010. Existensi deposit nikel, terutama nikel laterit, umumnya terdapat di daerah seperti Provinsi Sulawesi Selatan, yang mencakup wilayah Soroako di Kabupaten Luwu Timur, serta daerah Palakka di Kabupaten Luwu Timur dan Kabupaten Barru. Selain itu, endapan nikel laterit juga ditemukan di Sulawesi Tengah, meliputi Kabupaten Morowali, Kabupaten Luwuk Banggai, dan Provinsi Sulawesi Tenggara. (Tangiroh, 2012).

Terbukti menurut pemetaan Badan Geologi pada Juli 2020, Indonesia memiliki sumberdaya bijih nikel yang terdiri dari kategori terereka, tertunjuk, terukur, dan hipotetik, dengan total mencapai 11,887 juta ton. Cadangan bijih terbagi menjadi kategori terbukti dan terkira, dengan total 4,346 juta ton. Secara keseluruhan, potensi logam nikel Indonesia mencapai 174 juta ton, sementara cadangan logam mencapai 68 juta ton (KESDM, 2020).

Agar dapat menentukan bentuk, ukuran, dan volume endapan mineral secara akurat, tahap awal yang harus dilakukan adalah merancang desain lubang tambang (*pit*). Desain ini dibuat berdasarkan model tiga dimensi endapan mineral dan mengikuti pedoman perusahaan, sehingga dihasilkan lubang tambang yang memenuhi standar operasional (Hidayat, 2018).

Metode IDW merupakan teknik interpolasi yang menggunakan bobot untuk memperkirakan nilai pada suatu titik berdasarkan nilai titik-titik sampel di sekitarnya. Bobot yang diberikan pada setiap titik sampel berbanding terbalik

dengan jaraknya terhadap titik yang akan diestimasi. Metode ini mengasumsikan bahwa nilai suatu titik akan lebih mirip dengan nilai titik-titik terdekat (NCGIA, 2007).

Mengingat pentingnya informasi mengenai potensi sumberdaya nikel laterit, penelitian ini bertujuan untuk menaksir jumlah cadangan nikel laterit di PT Mahkota Semesta Nikelindo melalui penerapan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dimulai dengan studi literatur, pengambilan data, pengolahan data dan analisis data menggunakan metode *Inverse Distance Weight* kemudian diolah kedalam *software surpac*, untuk mengetahui berapa jumlah sumberdaya nikel dan menentukan klasifikasi sumberdaya nikel berdasarkan *relative kriging standard deviation*.

Data Assay

Data *assay* merupakan kumpulan data hasil analisis kimia dari sampel batuan bor, yang mencakup identitas sampel (*hole ID*), rentang kedalaman (*from-to*), serta kadar nikel (Ni), besi (Fe), dan jenis lapisan (*layer*).

Data Collar

Data *collar* merupakan kumpulan data yang mendefinisikan posisi *spasial* suatu lubang bor. Data ini meliputi identitas lubang bor (*hole ID*), koordinat horizontal (X, Y), koordinat vertikal (Z), dan kedalaman total lubang bor (*depth*).

Data Survey

Data *survey* merupakan kumpulan data yang menggambarkan geometri suatu lubang bor. Data ini meliputi identitas lubang bor (*hole ID*), kedalaman total (*depth*), kemiringan (*dip*), dan arah penyimpangan (*azimuth*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Titik Bor

Data yang digunakan untuk memodelkan endapan nikel laterit dan menghitung cadangan berasal dari hasil eksplorasi yang dilakukan dalam kegiatan penambangan oleh PT Mahkota Semesta Nikelindo. Data tersebut mencakup informasi dari 56 titik bor yang diperoleh melalui kegiatan pemboran, dengan jarak antar titik bor sebesar 25 meter (lihat pada lampiran 1) yang merupakan proses pengumpulan informasi secara rinci yang dimasukkan ke dalam kategori sumber daya terukur. Sesuai dengan SNI 2019 tentang pelaporan eksplorasi, sumber daya, dan cadangan mineral, sumber daya terukur harus didasarkan pada pengumpulan informasi dengan jarak tidak lebih dari 50 meter.

Database dan Sebaran Luas

Area penelitian seluas 213 m x 848 m telah dilakukan pemboran secara teratur dengan jarak antar titik bor sebesar 25 meter. Sebanyak 56 titik bor telah diambil sampelnya. Variabel yang akan dihitung meliputi kadar nikel dan ketebalan pada zona saprolit yang dianggap layak secara ekonomis, dengan nilai batas kadar (*Cut-off Grade/COG*) sebesar 1,4% Ni dan berat jenis 1,55 ton.

Pada tahap estimasi sumber daya menggunakan Blok Model dengan metode *Inverse Distance Weighting*, terdapat berbagai langkah yang harus dilakukan untuk menyusun *database*. Data *log* bor eksplorasi digunakan sebagai data awal dalam proses penyusunan *database*, agar sesuai dengan hasil yang diinginkan dalam mendukung proses penambangan. Estimasi sumberdaya dengan menggunakan metode *Inverse Distance weighting*.

Adapun tahapan dalam penyusunan *database* yaitu seperti berikut:

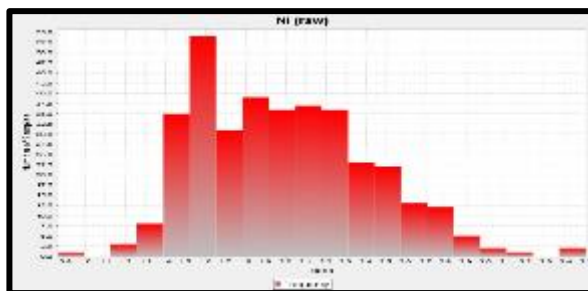
1. Data *assay* merupakan data yang mencakup kadar nikel;
2. Data *collar* merupakan data yang berisi koordinat dan elevasi titik bor;
3. Data *survey* adalah informasi mengenai total kedalaman titik bor.

Analisis Statistik Univarian

Statistik deskriptif digunakan untuk menjelaskan distribusi angka agar dapat memahami nilai rata-rata dan selisih setiap nilai terhadap *mean*. Hasil kajian data secara statistik menghasilkan nilai *mean*, deviasi standar dan koefisien variasi digunakan sebagai parameter dalam menyusun grafik histogram, yang menggambarkan distribusi data. Tujuannya adalah untuk menyajikan ilustrasi menyeluruh tentang pola distribusi dan membantu identifikasi kesalahan dalam data. Histogram yang dihasilkan merupakan histogram luar (*outer*), yang menunjukkan kemungkinan adanya kesalahan data. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemotongan (*cutlier*) untuk menghilangkan kesalahan tersebut, agar tidak memengaruhi analisis statistik spasial. Diperlukan pembatasan terhadap batas kesalahan yang dapat terjadi dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Interval konfidensi 95\%} = \bar{x} + 2S$$

Untuk menerapkan cara estimasi sumber daya yang tepat, dapat dilihat dari koefisien variasi. Jika nilai koefisien variasi sama dengan atau di bawah 1,5, maka estimasi sumber daya dapat dilakukan menggunakan metode IDW atau *ordinary kriging*.



Gambar 1 Histogram data *composite downhole* kadar Ni

Pada gambar 1 menunjukkan bentuk distribusi data komposit yang dilakukan, di mana batang histogram yang terbentuk menggambarkan jumlah sampel dengan nilai yang sama, yang mencerminkan banyaknya sampel dalam suatu populasi.

Tabel 1 *Statistik Report*

Parameter	Sampel Composite Cut
<i>Number of Data</i>	360
<i>Mean</i>	1,9885
<i>Median</i>	1,94
<i>Geometric mean</i>	1,943619
<i>Minimum</i>	0,86
<i>Maximum</i>	3,5
<i>Standard Deviation</i>	0,427668
<i>Variance</i>	0,1829
<i>Coefficien of variation</i>	0,215071

Hasil dari analisis statistik deskriptif disajikan dalam Tabel (4.1) mencakup analisis deskriptif statistik, yang meliputi total sampel, varians, rata-rata, dan koefisien variasi. Angka-angka tersebut akan digunakan sebagai acuan untuk estimasi sumber daya.

Nilai *skewness* menunjukkan tingkat kesimetrisan data, di mana nilai 0 (nol) menunjukkan data yang simetris. Dalam Tabel (1), nilai *skewness* dapat dikatakan positif karena angka tersebut tidak terlalu jauh dari 0 (nol), dan perbedaan antara *mean* dan *median* tidak terlalu signifikan, bahkan hampir mencapai. Hal ini menunjukkan bahwa kemungkinan kesalahan relatif kecil.

Sebelum melakukan analisis statistik spasial, sangat penting untuk memahami nilai kesalahan dalam kajian statistik untuk tidak mempengaruhi hasilnya atau menyebabkan kerusakan pada nilai saat membuat variogram empiris guna melaksanakan pemodelan variogram, oleh karena itu, perlu dilakukan pemotongan (*cutlier*) yang ada di histogram untuk menghapus angka *error*, serta guna mengetahui kemungkinan angka *error* yang terjadi, digunakan persamaan interval konfidensi.

Analisis Statistik Spasial

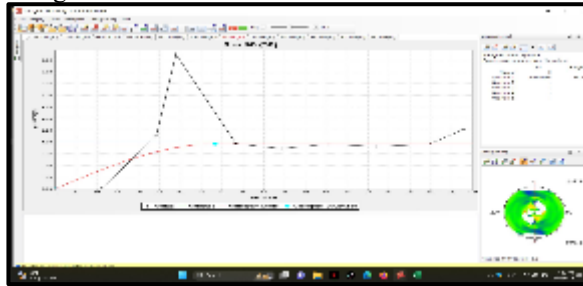
Dalam kajian variogram akan melibatkan pemodelan variogram horizontal dan vertikal untuk menentukan nilai *bearing*, *plunge*, dan *dip*. Dari hasil *bearing*, *plunge*, dan *dip*, akan diperoleh nilai *major*, *semi-major*, dan *minor* untuk menentukan *elipsoid anisotropi* pada sebaran kadar endapan nikel laterit, di samping itu, arah sebaran nikel laterit juga bisa dipahami melalui peta variogram yang terbentuk. Dalam menghitung semivariogram eksperimental, diperlukan data dari *Ms Excel* yang mencakup kode sampel atau kode titik bor, koordinat titik pengambilan sampel, serta kadar nikel. Semivariogram eksperimental dihitung dari empat arah yang berbeda yaitu: 0°, 45°, 90°, dan 135°. Analisis struktural atau pencocokan dilakukan dengan membandingkan pola data pada semivariogram eksperimen dan model semivariogram teoritis. Pemilihan model variogram ini akan sangat mempengaruhi hasil estimasi, serta dalam mengoreksi dan menafsirkan nilai suatu variabel.

Ruang nilai akan diterapkan sebagai jari-jari saat menilai sumber daya, sementara *sill* dan *nugget* akan digunakan untuk menentukan selisih yang membantu memilih estimasi yang paling sesuai untuk digunakan. Make Haster dan John Marek (2001), mengungkapkan bahwa jika perbedaan antara *nugget* dan *sill* melebihi 50%, maka teknik kriging tidak menghasilkan estimasi yang akurat dan lebih baik menggunakan IDW. Namun, jika *nugget* mendekati nilai *sill*, maka estimasi *kriging* sebanding dengan perhitungan aritmetika umum, sehingga lebih baik menggunakan *polygon*.



Gambar 2 Variogram omnidirectional

Pada Gambar 2 Ditunjukkan nilai dari model variogram *Omnidirectional* yang terbentuk memberikan nilai *sill* sebesar 0,9609756, serta nilai *range* sebesar 38 m.



Gambar 3 Variogram Model

Gambar (3) memperlihatkan variogram aktif horizontal dan arah variogram aktif yang menetapkan sumbu utama dari *ellipsoid*. Peta variogram yang dihasilkan menunjukkan arah sebaran endapan nikel laterit, yakni dari utara timur 26 laut menuju selatan tenggara.

Nilai model variogram dari variogram eksperimental yang dihasilkan memperoleh nilai *sill* sebesar 0,9609756 dan nilai *range* sebesar 38 m. Dengan perbedaan *sill* dan *nugget* sebesar 45% sehingga penerapan metode OK sesuai untuk menginterpretasikan sumber daya pada saprolit dan untuk nilai *range* digunakan sebagai jarak maksimum penaksiran karena nilai *range* merupakan batas dimana sampel tidak berkorelasi.

Pemodelan dan Estimasi Sumberdaya

Dalam pengestimasi sumberdaya, data terlebih dahulu dilakukan pembuatan model blok, yang bertujuan agar data yang telah diperkirakan dengan titik bor bisa diestimasi dengan menciptakan blok-blok kecil yang telah ditentukan ukurannya oleh perusahaan, untuk menunjukkan kandungan logam seperti Ni, Fe, dan lainnya. Model blok yang dibuat dikorelasikan dengan jarak titik pengeboran 25 m agar ukuran model blok akan sesuai dengan jarak titik pengeboran. Pembuatan model blok disesuaikan dengan distribusi endapan bahan tambang. Untuk ukuran user, ukuran maksimum *block* adalah panjang 5 meter, lebar 5 meter, dan tebal 2,5 meter, sementara ukuran minimum *Sub Block* adalah panjang 5 meter, lebar 5 meter, dan tebal 2,5 meter.

Pembuatan blok model lapisan saprolit menggunakan nilai *Cut off Grade* (CoG) > 1,4 % Ni dilakukan menggunakan minimum % sampel yang dimasukkan yaitu 75 m, radius pencarian maksimum yaitu 25 m, serta *power* yang diterapkan yaitu 2. Semakin tinggi *power* yang digunakan, semakin besar volume yang dihasilkan untuk mendapatkan data total sumber daya nikel laterit.

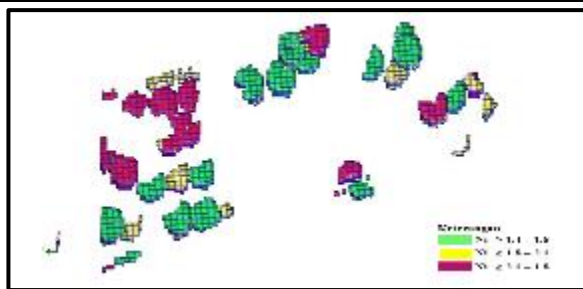
Pokok dari pembuatan blok model itu sendiri adalah berdasar pada jarak titik bor yang terdapat di lapangan, yang mana seperti yang terlihat pada gambar (4.2) menunjukkan ukuran blok yang sesuai dengan jarak titik bor yang ada di lapangan, dalam hal ini ukuran blok adalah $\frac{1}{4}$ dari jarak titik bor tersebut.

Dalam proses penambangan di *ang* dan *fang*, terdapat *cut off grade* sebesar 1,4% yang diambil dari COG rekomendasi perusahaan, sementara *density* yang direkomendasikan untuk OB atau kadar di bawah COG adalah 1,55 ton untuk *ore*. *Tonase* yang akan diperoleh nantinya, yang merupakan hasil dari persamaan tersebut.

$$\text{Tonase} = \text{Volume} \times \text{Density}$$

Block Model pada Metode *Inverst Distance weighting*

Penghitungan volume dilakukan dengan memanfaatkan ketebalan setiap blok lapisan saprolit. Volume tersebut kemudian dikalikan dengan densitas material untuk memperoleh nilai tonase dari deposit. Jumlah tonase ini yang dianggap sebagai sumber daya. Hasil perhitungan menggunakan metode *Inverst Distance Weighting* (IDW) dapat dilihat.



Gambar 4 Blok model IDW lapisan saprolite COG > 1.4%

Dari hasil estimasi sumber daya menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) dalam penelitian ini, diperoleh volume sebesar 940.813 dengan tonase sumber daya sebanyak 1.875.378 ton dan kadar rata-rata nikel laterit 2,04 % Ni.

Tabel 2 Hasil Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Dengan Metode IDW

Ni (%)	Volume (m ³)	Tonase (ton)	Ni (%)
1.4 - 1.8	274.688	454.888	1.66
1.8 – 2.1	336.563	656.806	1.96
2.1 – 3.1	329.563	763.685	2.33
Grand Total	940.813	1.875.378	2.04

Statistik Klasifikasi Sumberdaya Hasil Dengan RKSD

Hubungan antara sumberdaya *Measured* (Terukur), *Indicated* (Terunjuk) dan *Inferred* (Tereka berdasarkan RKSD (*Relative Kriging Standard Deviation*) dari hasil perhitungan. Jika hasil perhitungan RKSD memperlihatkan nilainya kurang dari 0,3 maka hasil tersebut dapat dikategorikan sebagai sumberdaya *Measured* (Terukur) dan jika hasil perhitungan RKSD memperlihatkan nilainya antara 0,3 sampai kurang dari 0,5 maka hasil tersebut dikategorikan sebagai sumberdaya *Indicated* (Terunjuk), serta jika dari hasil perhitungan RKSD memperlihatkan nilainya sama dengan atau lebih dari 0,5 maka hasil tersebut dikategorikan sebagai sumberdaya *Inferred* (Tereka).

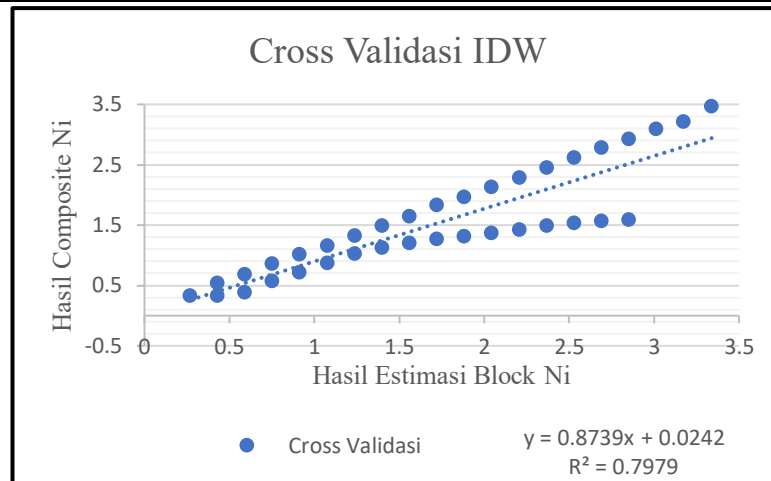
Proses klasifikasi dilakukan untuk mendapatkan data *Inferred* (Tereka) sumberdaya, dari data statistik klasifikasi sumberdaya memperlihatkan adanya zonasi saprolit dengan nilai *mean* 1,995 dan standar deviasi yaitu 0,2 dimana suatu sumberdaya dikategorikan sebagai *Measured* apabila suatu blok mempunyai nilai RKSD < 0.3, maka hasil tersebut dikategorikan sebagai sumberdaya *Measured* (Terukur).

Tabel 3 Hasil statistik klasifikasi sumberdaya dengan RKSD

PARAMETER	SAPROLIT
<i>Number of Samples</i>	14741
<i>Mean</i>	1,995393
<i>Minimum</i>	1,407593
<i>Maximum</i>	2,987932
<i>Standar Deviation</i>	0,294234
<i>Variance</i>	0,086574
<i>Skewness (se)</i>	0,337688
<i>Kurtosis (se)</i>	2,577153

Validasi Data

Validasi data yang dilakukan mencakup zona saprolit pada kadar Ni. Validasi yang dilakukan dengan menggunakan diagram sebar. Validasi yang dilakukan adalah validasi data Ni komposit bor eksplorasi dengan data Ni blok hasil estimasi IDW. Hasil analisis menunjukkan bahwa validasi data yang tepat atau memiliki distribusi data yang normal merupakan hasil estimasi IDW dengan kombinasi data bor. Hal ini dapat diamati dari nilai R. Jika nilai R sama dengan satu (1) atau hampir 1, maka data tersebut dikategorikan sebagai data dengan distribusi normal/valid atau memiliki hubungan positif. Tingkat hubungan antara data hasil estimasi dengan data komposit bor dan hasil estimasi dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 5 Cross Validasi IDW

Pada peta sebaran titik bor terdapat sebaran titik bor sebanyak 56 titik dengan spasi 25 meter dan memiliki kedalaman lubang bor bervariasi. Pada daerah penelitian memiliki luas 213 m X 848 m telah dilakukan pengeboran secara reguler dengan spasi 25 m. Pembuatan data *database* memerlukan beberapa data yaitu data *assay*, *survey* dan data *collar* dan di olah menggunakan *excel* dan di *save csv* agar dapat terbaca di *software surpac* untuk diolah lebih lanjut. Analisis statistik univarian digunakan untuk menggambarkan distribusi matematika guna mengetahui rata-rata dan selisih setiap nilai dari mean, pada histogram data kadar Ni diperoleh nilai rata-rata yaitu 1.6 %. Analisis statistik spasial dilakukan untuk mendapatkan nilai *still* yaitu 0,960977 dan nilai *range* yaitu 38 m.

Dari hasil estimasi sumberdaya dengan menggunakan metode *inverse distance weighting* (IDW) penulis memperoleh volume sebesar 940.813 dengan tonase sumberdaya sebesar 1.875.378 ton dan kadar rata-rata nikel laterit 2.04 % Ni.

Dari klasifikasi sumberdaya nikel laterit berdasarkan RKSD (*Relative kriging standard deviation*) dengan nilai *mean* sumberdaya 1.995% Ni dan *standar deviasi* 0,2 yaitu dikategorikan sebagai sumberdaya *measured* (terukur) dimana Suatu sumberdaya dikategorikan sebagai *Measured* apabila suatu blok mempunyai nilai RKSD < 0.3.

4. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan rasa terima kasih kepada PT Mahkota Semesta Nikelindi yang telah memberikan izin untuk pengambilan data penelitian serta kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam menyelesaikan penelitian ini.

5. KESIMPULAN

Jumlah sumberdaya menggunakan metode *Inverst Distance weighting* (IDW) dengan *Cut off Grade* (COG) > 1,4% - 1,8% berjumlah 454.888 ton, (COG) 1,8% – 2,1 % berjumlah 656.806 ton, (COG) 2,1 % - 3,1 % berjumlah 763.685 ton, dengan Grand total 1.875.378 ton dan kadar rata-rata Ni 2.04 %.

Klafikasi sumberdaya nikel laterit berdasarkan RKSD (*Relative Kriging Standard Deviation*) dengan nilai *mean* sumberdaya 1,995 % Ni dan *standar deviasi* 0,2 yaitu dikategorikan sebagai sumberdaya *measured* (terukur).

6. DAFTAR PUSTAKA

Hidayat, Taufik., 2018, Desain Pit Compartment Pada Hill Konde South Menggunakan Manual Pit Dan Automation Pit Desain Di PT Vale Indonesia Tbk., Jurnal Geomine Vol.6 No.3, Makassar.

Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. 2020. "Hilirisasi Nikel Ciptakan Nilai Tambah dan Daya Tahan Ekonomi". Diakses pada 15 Juni 2021, dari <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/hilirisasi-nikel-ciptakan-nilai-tambah-dan-daya-tahan-ekonomi>

National Center for Geographic Information and Analysis. 2007. Interpolation: Inverse Distance Weighting. Tonggiroh Adi, Suharto, Mustafa Muhandi., 2012 Analisis Pelapukan Serpentin dan Endapan Nikel Laterit Daerah Palangga Kabupaten Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. Universitas Hasanuddin : Makassar.