Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit dengan metode *Ordinary Kriging* dan *Inverse Distance Weight* (IDW) Di PT. X , Kecamatan Langgikima , Kabupaten Konoware Utara , Sulawesi Tenggara

Herodia Tribrata Ananda Maturangga[1], Jusfarida[2], and Sapto Heru Yuwanto[3]
Department of Mining Engineering, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, 60117, Indonesia

ABSTRAK

PT.X merupakan perusahaan pertambangan nikel yang terletak di kecamatan Langgikima , Kabupaten Konawe Utara , Sulawesi Tenggara dimana perusahaan ini telah melakukan kegiatan operasi produksi sebagai upaya mendapatkan nikel dengan kadar *cut off grade* yang telah ditentukan serta telah melakukan exploasi lanjutan dan diketahui terdapat pada zonasi (ku) yang memiliki kandungan diantaranya adalah batuan peridotit , harzburgit, dunit , gabro , dan serpentinit serta untuk mendapatkan volume , *density* , dan endapan kadar nikel . Kegiatan eksplorasi dilakukan dengan melakukan pengeboran dengan 108 titik lubang bor .Penelitian ini bertujuan untuk menentukan domain *Limonite* , *Saprolite* , *Badrock* dengan pendekatan geostatistik dan diolah menggunakan *software* estimasi perhitungan sumberdaya dan cadangan menggunakan Metode *Inverse Distance Weight* dan *Ordinary Kriging* seta melalui perhitungan Variogram dan pemodelan menggunakan *Blok Model* . Selanjutnya guna mengetahui volume dari endapan *Limonite* dan *Saprolite* peneliti menggunakana Metode *Inverse Distance Weight* dan *Ordinary Kriging* guna mengetahui volume dan membandingkan hasil dari ke dua metode tersebut .Dalam upaya menentukan Volume pada Zona Limonite menggunakan Metode *Inverse Distance Weight* dan *Ordinary Kriging* memiliki volume yang sama yaitu 1.014.800 m^3 namun memiliki perbedaan tonase antara kedua Metode tersebut dimana Metode *Inverse Distance Weight* memiliki tonase 1.471.460 m^3 dan Metode *Ordinary Kriging* 1.189.204 m^3 , pada Zona Saprolite menggunakan Metode *Inverse Distance Weight* dan *Ordinary Kriging* juga memiliki volume yang sama yaitu 713.175 m^3 namun tonase dari volume'nya juga berbeda dimana Metode *Inverse Distance Weight* memiliki tonase 1.034.104 m^3 dan Metode *Ordinary Kriging* memiliki tonase 1.069.763 m^3 dalam khasus ini mengapa tonase berbeda yaitu dikarenakan adanya faktor Anisotop dimana faktor Anisotop ini diperhitungkan di Metode *Ordinary Kriging* namun tidak diperhitungkan di Metode *Inverse Distance Weight* faktor Anisotop sendiri mempengaruhi densiti batuan/massa jenis batuan dari berbagai aspek seperti Jenis dan Jumlah Mineral serta presentasinya , porositas batuan , fluida pengisi rongga , tingkat kekompakan , distribusi ukuran , ukuran dan bentuk partikel , kadae air permukaan , dan keberadaan komponen rongga maupun komponen padatan.Untuk volume cadangan pada Zona *Limonite* Menggunakan Metode *Inverse Distance Weight* diketahui sebesar 775.575 m^3 sedangkan Metode *Ordinary Kriging* diketahui sebesar 869.000 m^3 , dan pada Zona *Saprolite* Metode *Inverse Distance Weight* memiliki volume 495.000 m^3 dan *Metode Ordinary Kriging* memiliki volume 575.525 m^3 dan mengapa volume pada cadangan berbeda sedangkan divolume sumberdaya berbeda yaitu terdapat pada perbedaan pandangan pada kedua metode dalam penentuan kadar nikel itu sendiri seperti contoh terdapat sebuah singkapan dengan kadar nikel dibawah 1 namun memiliki kekompakan yang cukup pada metode *Ordinary Kriging* dapat dilihat sebagai kadar nikel 1 yang mengakibatkan telah memenuhi nilai dari *Cut Off Grade* itu sendiri.

Kata Kunci : Perhitungan Estimasi Sumberdaya Dan Cadangan Nikel Laterite , Metode Inverse Distance Weight , Metode Ordinary Kriging

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alam terlebih pada sektor pertambangan yang mempunyai peran penting dalam roda perekonomian nasional. Sektor pertambangan merupakan sektor yang berfungsi mendapatkan keuntungan pajak negara yang paling besar [1]. Salah satu bahan galian tambang yang saat ini banyak dikelola oleh industri pertambangan di Indonesia yaitu sektor pertambangan Nikel. Perusahaan PT. X merupakan perusahaan yang bergerak pada bidang bisnis kontraktor pertambangan nikel. PT. X telah melakukan operasi produksi sejak dikeluarkannya SK-IUP pada tahun 2018 dengan SK-IUP 255/DPMPTSP/III/2018, dan kode WIUP 3474092122014071. Total luasan Izin Usaha

Pertambangan Operasi Produksi (IUP OP) PT. X yakni seluas 1,850 Ha. Untuk mendapatkan keberadaan bijih nikel diperlukan suatu kegiatan yaitu eksplorasi [2]. Eksplorasi adalah suatu kegiatan penyilidikan untuk mengumpulkan data atau informasi tentang keberadaan bahan galian disuatu tempat. Metode eksplorasi yang digunakan salah satunya dengan metode langsung yaitu pemboran inti. Pemboran dilakukan guna mengetahui domain geologi dan kadar yang terkandung didalamnya. Nikel laterit memiliki variasi kadar yang tidak seragam sehingga membutuhkan perhitungan sumberdaya yang tepat agar mengetahui persebaran kadar nikel dalam suatu wilayah prospek [3]. Maka dari itu penulis menggunakan metode perhitungan *Ordinary*.*Krigging* dan *Inverse*.*Distance Weight* (IDW). Dari metode ini penulis dapat mengetahui jumlah sumberdaya pada PT. X. Data yang diperlukan untuk memperoleh sumberdaya yakni data lokasi, sebaran titik bor, data kualitas kadar, dan data topografi.Penyusunan skripsi ini bertujuan sebagai acuran perusahaan dalam mengetahui berapa estimasi sumberdaya yang terkandung pada daerah lokasi penelitian.

TINJAUAN PUSTAKA

Nikel Laterit

Laterit menurut Evans (1993) adalah produk sisa dari pelapukan kimia batuan di permukaan bumi, dimana berbagai mineral asli atau primer mengalami ketidakstabilan karena adanya air kemudian larut atau pecah dan membentuk mineral baru yang lebih stabil. Laterit penting sebagai induk untuk endapan bijih ekonomis. Contoh terkenal dari endapan bijih laterit yaitu bauksit dan endapan bijih besi Boldt (1967), menyatakan bahwa proses pelapukan dimulai pada batuan ultrabasa (peridotit, dunit, serpentin), di mana pada batuan ini banyak mengandung mineral olivin, magnesium silikat, dan besi silikat yang pada umumnya banyak mengandung 0,30 % nikel [4]. Batuan tersebut sangat mudah dipengaruhi oleh, dengan mineral – mineral yang terkandung di berbagai zona diantara lain :

a) Zona Limonite : Hematit , Geothit , dan Mineral Mangan
b) Zona Saprolite : Gernierit , Olivin , dan Mineral Serpentin

Eksplorasi

Eksplorasi merupakan kegiatan teknis dalam rangka memperoleh informasi secara terperinci dan teliti tentang lokasi, bentuk, dimensi, sebaran, kualitas, dan sumberdaya tereka, tertunjuk dan/atau terukur dari cebakan mineral. pengolahan data teknis, yang kemudian digunakan dalam perhitungan sumber daya dan cadangan .

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia ada 2 tahapan dalam penyelidikan geologi atau tahap eksplorasi [5], antara lain :

1. Eksplorasi Pendahuluan
   Merupaka kegiatan dalam rangka penyelidikan umum dan prospeksi agar mengetahui kodisi geologi regional dan adanya indikasi cebakan mineral.
2. Eksplorasi Terperinci
   Merupakan kegiatan dam rangka memperoleh informasi secara terperinci tentang lokasi, bentuk, dimensi, sebaran, kualitas, dan sumberdaya tertunjuk maupun terukur dari suatu cebakan mineral.

Penentuan Domain Geologi

Endapan mineral sering kali memiliki heterogenitas dan beragam dalam karakteristiknya. Variasi lateral dan vertikal mungkin terjadi dalam kompleksitas struktur, karakteristik kadar, atau atribut lainnya. Hal penting dalam setiap estimasi adalah mengidentifikasi area cebakan yang memiliki fitur serupa, yang dikenal sebagai domain geologi. Fitur utama yang digunakan untuk menentukan domain bisa mencakup percabangan dan penggabungan, intensitas deformasi struktur seperti lipatan, patahan, atau sesar, kemiringan cebakan mineral, jenis batuan, *washouts*, *subcrop* mineral (dan dampak pelapukan), serta kecenderungan kadar mineral [6]. Domain yang berbeda mungkin perlu diidentifikasi untuk setiap ciri fitur dalam cebakan mineral. Domain dapat mencakup fitur yang mempengaruhi kemampuan penambangan, pemasaran, atau prospek yang

dapat dipertanggungjawabkan dari bagian cebakan tersebut. Analisis dan pemodelan data harus dilakukan berdasarkan domain. Sebuah cebakan mungkin terdiri dari beberapa domain geologi, dan setiap domain mungkin memerlukan kepadatan data yang berbeda untuk mencapai tingkat kepercayaan yang sama dalam estimasi tonase dan/atau kadar [7].

Geostatistika

Geostatistik adalah cabang statistik yang berfokus pada kumpulan data spasial atau spasial. Awalnya dikembangkan untuk memprediksi distribusi probabilitas nilai bijih untuk operasi penambangan, saat ini diterapkan dalam berbagai disiplin ilmu termasuk geologi perminyakan, hidrogeologi, hidrologi, meteorologi, oseanografi, geokimia, geometris, geografi, kehutanan, pengendalian lingkungan, ekologi lanskap, sains, dan pertanian [8].

Metode *Ordinary Kriging*

Kriging adalah metode geostatistika yang menggunakan nilai spasial yang telah diambil sampelnya dan variogram untuk meramalkan nilai di lokasi lain yang belum atau tidak tersampel. Prediksi nilai ini dipengaruhi oleh kedekatannya dengan lokasi yang telah diambil sampelnya. Teknik *kriging* berdasarkan pembobotan jarak dan korelasi spasial antara titik-titik sampel. Korelasi spasial ini diindikasikan oleh variogram, yang digunakan untuk mengukur tingkat kesamaan antara dua contoh yang terpisah oleh jarak tertentu. Dengan bantuan variogram, perilaku anisotropi dapat diakomodasi dengan mudah, sehingga metode ini menjadi lebih akurat [8].

Metode *Inverse Distance Weight* (IDW)

Inverse Distance Weight (IDW) adalah metode interpolasi geostatistik yang menggunakan formulasi yang sederhana, mudah dipahami, dan mudah diimplementasikan. Metode ini memberikan hasil yang cukup akurat, sehingga banyak digunakan dalam berbagai bidang ilmu termasuk Sistem Informasi Geografis (SIG). IDW menentukan nilai dari titik yang belum diketahui menggunakan bobot linier dari beberapa titik sampel yang diketahui nilainya. Titik sampel ini merupakan titik yang letaknya paling dekat secara spasial dengan titik yang akan ditentukan nilainya. Bobot yang digunakan adalah fungsi dari *inverse distance* (jarak terbalik) antara titik sampel dan titik yang akan ditentukan nilainya. Metode ini sering digunakan di industri pertambangan karena kemudahannya. Nilai yang dipilih untuk parameter *power* sangat memengaruhi hasil interpolasi. Jika nilai *power* tinggi, hasilnya akan mirip dengan interpolasi *nearest neighbor*, di mana nilai yang dihasilkan sama dengan nilai data point terdekat.

METODE

Penelitian tentang perhitungan Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit di PT.X kali ini menggunakan metode *Ordynary Kriging* Dan *Inverse Distance Weight (IDW)* dan penelitian ini dilakukan di Kecamatan Langgikima , Kabupaten Konawe Utara , Sulawesi Tenggara , dengan menggunakan data Kuantitatif dan Kualitatif

Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang menyelidiki fenomena di lapangan dengan mengumpulkan data yang dapat diukur menggunakan matematika, statistik, dan komputasi. Data ini biasanya berbentuk angka, tabel, dan grafik. Penelitian kuantitatif di sini menghasilkan data eksplorasi seperti data lubang bor, yang mencakup data topografi , dan dipisah – pisah dengan menggunakan Software Microsoft Excel Dimana akan didapatkan data *Collar, Assay, Survey*, dan *Geology*. Data ini terdiri dari angka-angka yang dapat dianalisis serta untuk menemukan tujuan penelitian ini yang akan menghitung sumberdaya dan Cadangan nikel laterit di PT.X dan diolah menggunakan perangkat lunak komputer yaitu *Software Surpac* 6.2.1

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan Eksplorasi

Kegiatan eksplorasi merupakan kegiatan yang dilakukan geologist dalam memepelajari suatu wilayah yang memiliki potensi menghasilkan sumberdaya tertentu. Lokasi penelitian berada

pada Blok 1 yang merupakan blok eksplorasi lanjutan yang berada di Desa Oheo yang mana blok eksplorasi ini merupakan serangkaian kelanjutan dari rencana penambangan.
Kegiatan eksplorasi pada Blok 1 merupakan tahapan kegiatan eksplorasi rinci. Pada kegiatan ini pengambilan *core drilling* dengan cara pengeboran inti dalam kegiatan pengeboran menggunakan mesin bor guna mengetahui litologi dan juga sebaran kadar dalam setiap 1meter kedalaman.



Gambar 1. *Core Box* Hasil Pengeboran

Hasil *core drilling* ini kemudian disimpan pada core box yang memiliki dimensi 104 x 40 x 5 (cm). Core box ini digunakan sebagai tempat untuk mendeskripsikan mineral dan analisa kualitas kadar yang terkandung dalam hasil coring. Dari hasil pengeboran didapatkan jumlah sampel sebanyak 2.310 data sampel dengan rata-rata Panjang sampe 1 meter. Data dari sampel yang telah ditentukan kualitas kadarnya ini akan digunakan sebagai bahan pengolahan data analisis.

Cut off Grade

Data *Cut off Grade* adalah data yang telah disetujui oleh perusahaan dengan rentang yang bervariasi untuk menyesuaikan dengan domain geologi dari lapisan laterit. Pada PT. X , perusahaan telah menetapkan *Cut off Grade* sebesar 1,0 untuk lapisan *limonite* maupun *saprolite*.

Dalam proses perhitungan estimasi sumberdaya dan cadangan berdasarkan sampel data bor yang diperoleh, dilakukan serangkaian langkah. Langkah pertama melibatkan pembuatan topografi wilayah penelitian dengan menghubungkan data koordinat X, Y, dan Z untuk menghasilkan garis kontur yang sesuai. Langkah berikutnya adalah menganalisis distribusi frekuensi dari berbagai domain geologi yang ada, yang melibatkan penentuan tipe variogram. Langkah ketiga melibatkan perhitungan estimasi sumberdaya dan cadangan nikel laterit menggunakan metode *Ordinary Kriging* dan *Inverse Distance Weight* (IDW). Tahapan terakhir adalah membandingkan hasil antara kedua metode yang digunakan dan menentukan jumlah sumberdaya dan cadangan berdasarkan hasil estimasi.

Korelasi Data Bor

Korelasi digunakan untuk mengetahui jumlah kadar dalam bentuk statistik deskriptif, pembuatan statistik deskiptif ini dilakukan pada zona limonite dan zona saprolite. Hal ini disebabkan dari kedua domain geologi ini memiliki karakteristik yang berbeda.

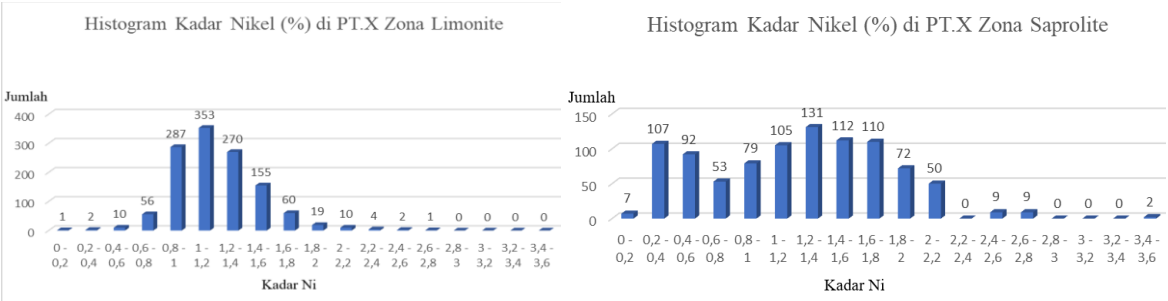
Dalam kegiatan penelitian di PT.X terdapat 108 titik lubang bor dengan pembacaaan kadar per satu meter, serta kegiatan pengeboran ini memiliki kedalaman maksimal hingga 40meter. Dengan jumlah sample pada zona limonite sebanyak 1229, sedangkan untuk zona saprolite berjumlah 956, dan untuk zona bedrock berjumlah 124, sehingga jumlah total keseluruhan sampel yang teruji sebesar 2.310 sample.

Perhitungan data statistik deskriptif ini digunakan agar memperoleh gambaran pada deskripsi variabel-variabel dalam penelitian, data ini nantinya akan dibuat histogram untuk

memudahkan menganalisis kadar perdomain geologi. Sumbu X pada histogram menunjukkan sebaran kadar sedangkan Sumbu Y pada histogram menunjukkan jumlah data. Berikut ini adalah hasil statistik deskriptif dan histogram tentang karekteristik sample penelitian.

Table 1. Hasil Statistik Deskriptif

Keterangan	**Limonite**	**Saprolite**
Mean	1,176298	1,238472803
Standard Error	0,008363	0,019857
Median	1,13	1,26
Mode	1,04	1,34
Standard Deviation	0,293055	0,613654744
Sample Variance	0,085881	0,376572145
Kurtosis	1,873916	-0,186000446
Skewness	0,839277	0,243702726
Range	2,68	3,59
Minimum	0	0
Maximum	2,68	3,59
Sum	1445,67	1183,98
Count	1229	956



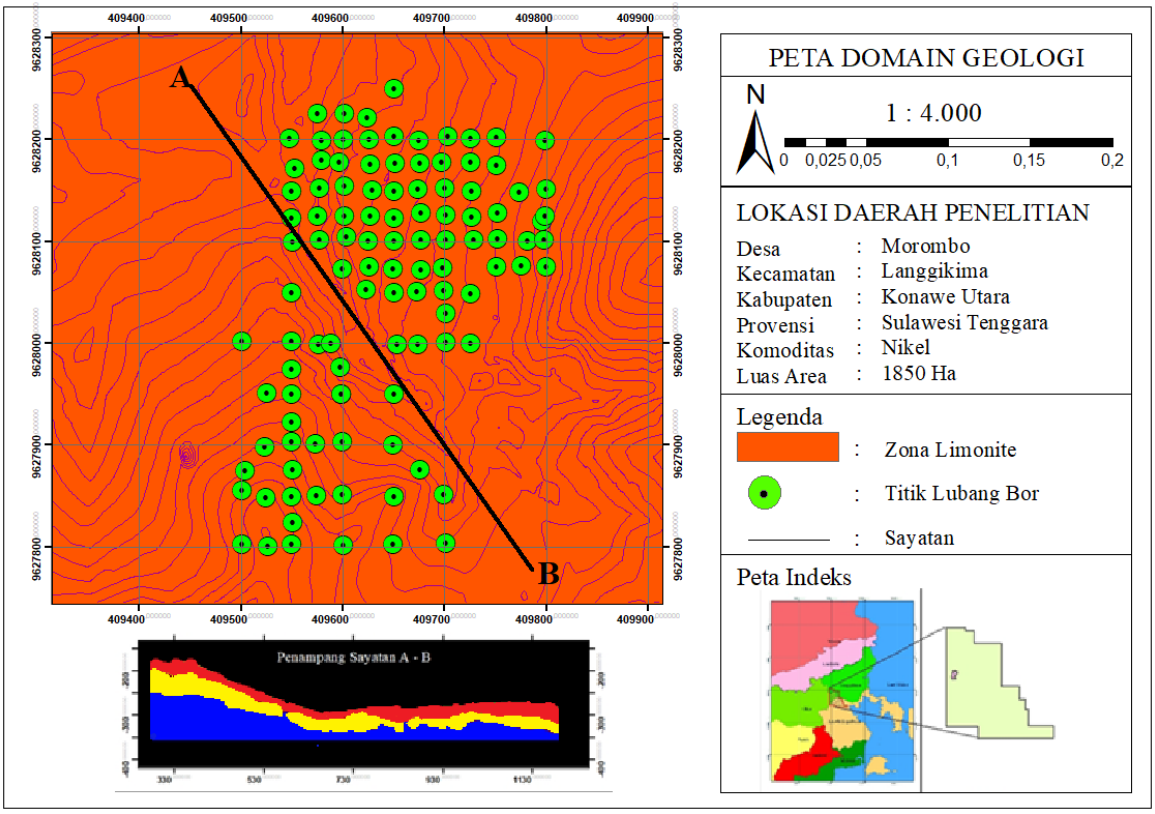
Gambar 2. Histogram *Limonite* dan *Saprolite*

Berdasarkan data dari zona *limonite* yang terdiri dari 1229 sampel, diperoleh nilai rata-rata (Mean) sebesar 1,176298, dengan kesalahan pengukuran yang kecil sebesar 0,008363. Nilai tengahnya adalah 1,13, dengan nilai minimum 0 dan nilai maksimum 2,69. Standar deviasi data adalah 0,293055. Standar deviasi yang lebih kecil dari rata rata (Mean) menunjukkan bahwa data memiliki variasi yang rendah. Data ini memiliki nilai skewness sebesar 0,839277 , yang menunjukkan adanya kemiringan data ke arah kanan. Pada zona *saprolite*, yang terdiri dari 956 sampel data, didapati nilai rata-rata (Mean) sebesar 1,238472803 , dengan kesalahan pengukuran yang kecil yaitu 0,019857. Nilai tengahnya adalah 1,26, dengan nilai minimum 0 dan nilai maksimum 3.59. Standar deviasi data adalah 0,613654744. Seperti halnya pada zona limonite, data ini juga menunjukkan kurangnya variasi karena standar deviasi yang lebih kecil dari nilai rata-rata (Mean). Skewness data sebesar 0,243702726 menunjukkan kecenderungan data ke arah kanan.

Domain Geologi

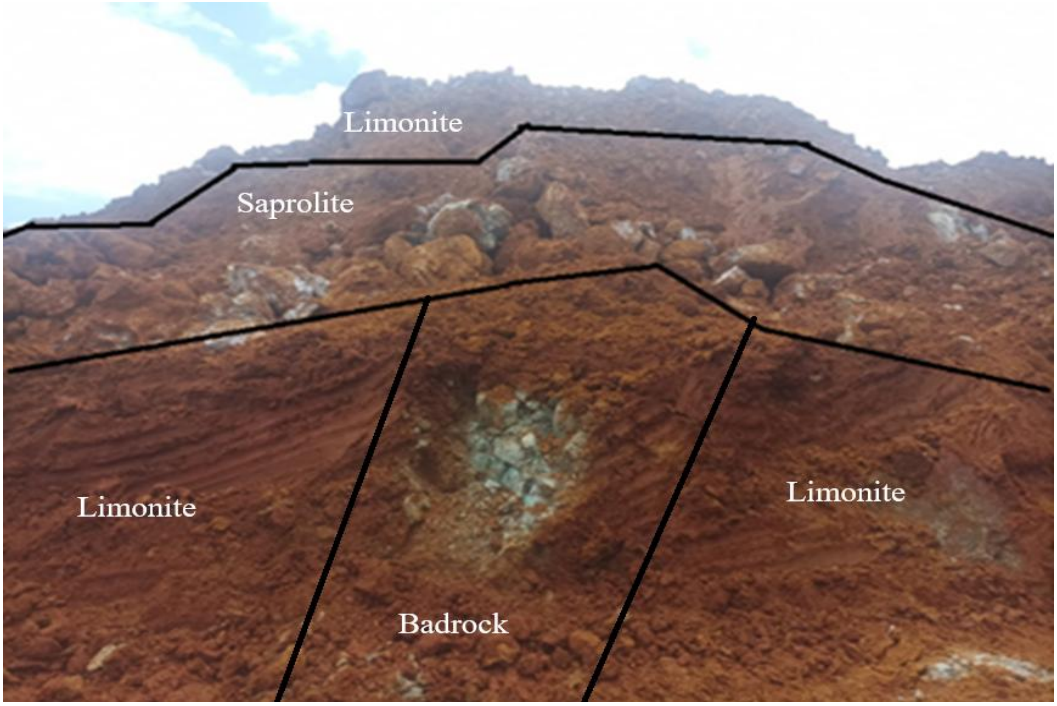
Domain geologi dalam nikel laterit mengarah pada lapisan yang hadir dalam endapan nikel laterit. Di area penelitian, terdapat tiga domain geologi yang mewakili masing-masing lokasi pengeboran. Pembentukan domain geologi ini melibatkan pembuatan bagian litologi yang ada dalam setiap lubang bor. Batasan pada pembuatan domain geologi pada zona limonite adalah batas limonite atas dan saprolite atas . Sedangkan untuk zona saprolite batasannya berupa batas atas section saprolite atas dan batas bawah section saprolite bawah. Untuk zona bedrock batasannya terdiri dari batas dari section saprolite bawah dan section bedrock bawah. Dari section ini nantinya

akan diproses dan disatukan menjadi satu kesatuan lapisan yang solid. Domain geologi pada daerah penelitian dapat dilihat pada peta domain geologi berikut



Gambar 3. Domain Geologi Lapisan Nikel Laterit

Jika lapisan atas dan lapisan bawah pada domain geologi sudah terbentuk maka akan dibuat dalam blok model. Blok model ini dibuat dengan tujuan membentuk blok yang memiliki kadar tertentu yang kemudian akan dilakukan estimasi.

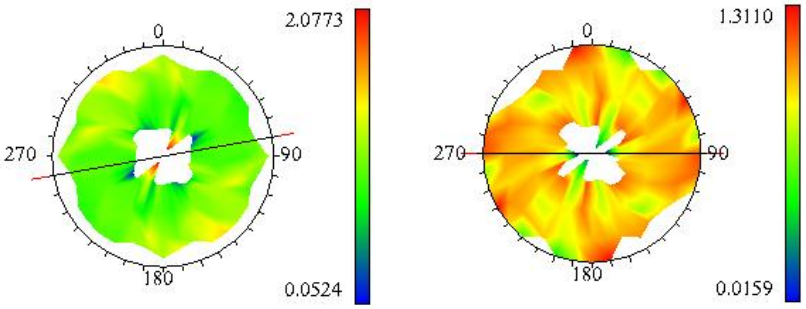


Gambar 4. Domain Geologi Aktual

Analisis Variogram

Pemodelan Variogram ini dibuat untuk menunjang perhitungan estimasi sumberdaya dengan menggunakan Metode Ordinary Kriging dimana diawal dari ,Variogram model dari perusahaan dianjurkan untuk memakai batas 0 - 90 , dan selanjutnya melakukan persetandaran grafik dengan menarik nilai Lag'nya dengan bertujuan untuk menghimpit jarak normal dengan variasi jarak , setelah bertemunya lag yang menunjukkan himpitan antara jarak normal dan variasi jarak barulah kita tentukan nilai gamma yang menghimpit nilai jarak normal untuk menentukan range , shill , nugget.

Variogram Map



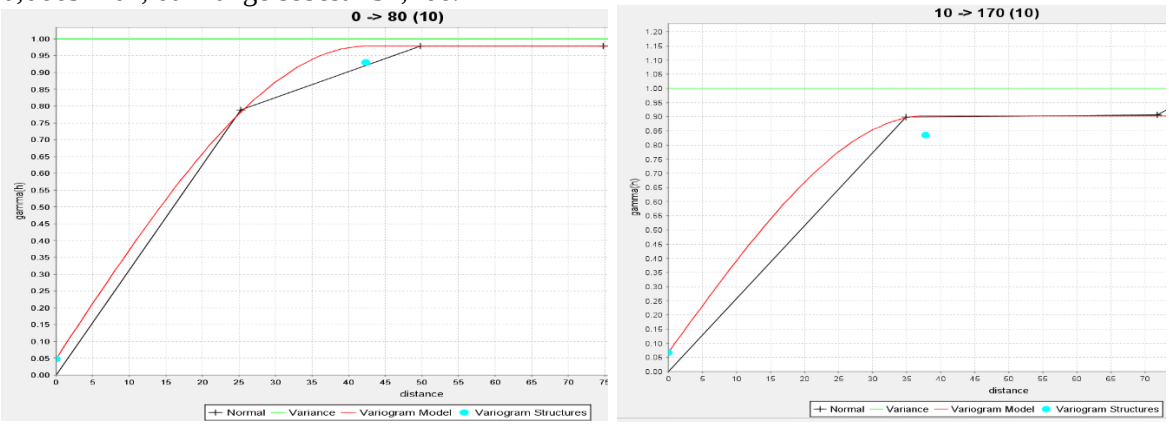
Gambar 5. Variogram Map XY *Direction Limonite* (kiri) dan *Saprolite* (kanan)

Parameter Variogram

Parameter variogram ini diukur pada zona *limonite* dan *saprolite* dengan mode variogram eksperimental. Zona *limonite* diukur dengan lag 1meter untuk lag Z dan lag 44,8meter untuk arah XY. Sedangkan zona *saprolite* diukur dengan lag 1meter untuk lag Z dan lag 47meter untuk arah XY. Berdasarkan variogram map seluruh arah maka ditentukan rotasi arahnya per 10° arah dalam lateral dan satu arah dalam vertical.

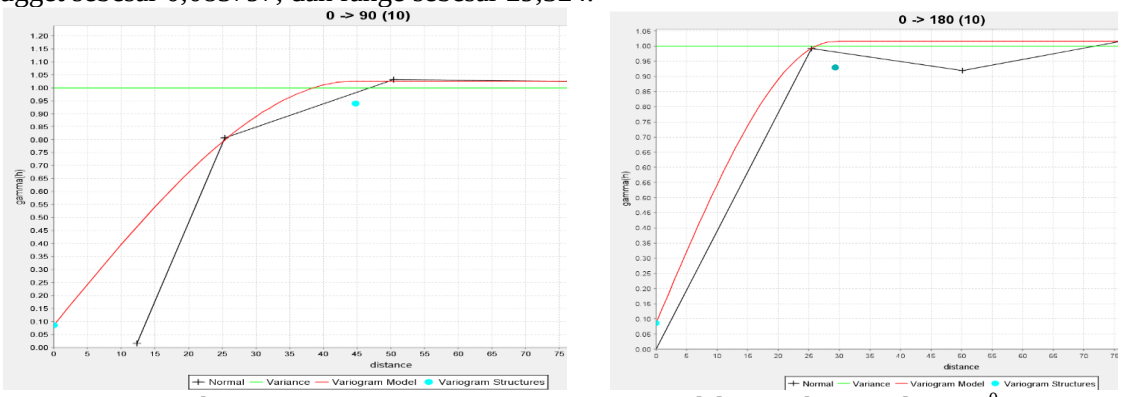
***Fitting* Model Variogram**

Fitting model variogram berfungsi sebagai penentukan arah sebaran kadar nikel laterit. Hasil yang diperoleh dalam proses ini berupa nugget effect, sill, dan range pada XY direction dan Z direction. Nugget effect menunjukan nilai minimum pada variasi sampel, sill menunjukan standar deviasi sampel, dan range menunjukan nilai maksimum searching radius pada kadar nikel laterit. Model sperical nikel di zona limonite menunjukan variabilitas pada arah XY 80° dan Ni variogram untuk zona limonite menggunakan 1 struktur sperical. Total sill untuk zona limonite adalah 0,930011, nugget sebesar 0,048153, dan range sebesar 42,318. Model sperical nikel di zona limonite menunjukan variabilitas pada arah XY 170° dan Ni variogram untuk zona limonite menggunakan 1 struktur sperical. Total sill untuk zona limonite adalah 0,835299, nugget sebesar 0,06697401, dan range sebesar 37,766.



Gambar 6. *Orientasi Direction* Variogram Model *Limonite* 80° dan 170°

Pada zona saprolite, model sperical nikel di zona saprolite menunjukan variabilitas pada arah XY 90° dan Ni variogram untuk zona saprolite menggunakan 1 struktur sperical. Total sill untuk zona saprolite adalah 0,9398211, nugget sebesar 0,085797, dan range sebesar 29,324. Model sperical nikel di zona saprolite menunjukan variabilitas pada arah XY 180° dan Ni variogram untuk zona saprolite menggunakan 1 struktur sperical. Total sill untuk zona saprolite adalah 0,929827, nugget sebesar 0,085797, dan range sebesar 29,324.



Gambar 7. *Orientasi Direction* Variogram Model *Saprolite* 90° dan 180^0

Table 2. Struktur Total Variogram Model *Limonite* dan *Saprolite*

Nested Search ellipsoid	Limonite (Ni)	Saprolite (Ni)
Nugget effect	0,048153	0,085797
Range	42,318	44,761
Sill	0,9398211	0,930011

Tipe Arah Sebaran

Tipe arah sebaran merupakan nilai yang menunjukan nilai sebaran kadar pada arah tertentu. Apabila nilai kadarnya sama pada arah yang berbeda maka arah sebarannya isotrop, sedangkan apabila nilai kadarnya berbeda pada setiap arah maka akan temasuk anisotrop. Berdasarkan *fitting* model diatas menunjukan arah sebaran kadar pada lapisan *limonite* dan *saprolite* termasuk anisotrop. Zona limonite memiliki orientasi bearing 80°, plunge 0°, dan dip -80° dengan maksimal searching radius 42,318. Maka diperoleh nilai anisotropi rasio sebesar:

- Major/ semi major : 1,951 dan Major/minor : 1,191

Zona saprolite memiliki oreinrasi bearing 90°, plunge 0°, dan dip -90° dengan maksimal searching radius 44,761. Maka diperoleh nilai anisotropi rasio sebesar:

- Major/ semi major : 1,030 dan Major/minor : 1,430

Blok Model

Jika DTM lapisan atas dan DTM lapisan bawah pada domain geologi sudah terbentuk maka terlebih dahulu akan digabung untuk membuat dtm lapisan solid yang bertujuan untuk membuat blok model. Blok model ini dibuat dengan tujuan membentuk blok yang memiliki kadar tertentu yang kemudian akan dilakukan estimasi. Permodelan dan penaksiran sumberdaya didasarkan pada kerangka model blok dengan ukuran Panjang x Lebar x Tinggi yaitu 5x5x1.

Estimasi Sumberdaya

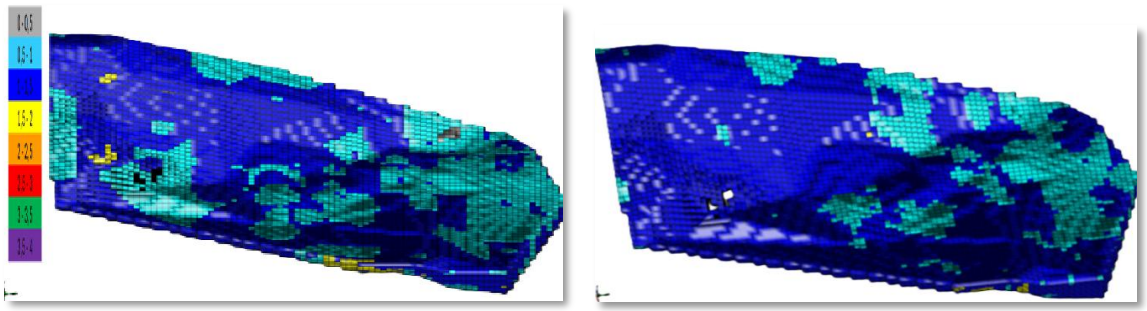
Zona *Limonite*

1. *Inverse Distance Weight* (IDW)
   Estimasi sumberdaya nikel laterit menggunakan metode *Inverse Distance Weight* (IDW) pada lapisan *limonite* menghasilkan total blok yang terbentuk sejumlah 58.499 blok yang diestimasi dengan kadar yang berbeda-beda pada tiap bloknya. Pada perhitungan estimasi limonite diperoleh volume sebesar 1.014.800 m^3 atau 1,471,460 *matrik ton*

2. *Ordinary Kriging* (OK)
   Estimasi sumberdaya nikel laterit dengan menggunakan metode *Ordinary Krigging* pada zona *limonite* berdasarkan analisis variogram nikel. Total blok yang peroleh adalah 59.840 blok. Dari hasil perhitungan variogram diperoleh volume sumberdaya sebesar 1.014.800 m^3 atau setara dengan 1.189.204 *matrik ton*

Table 3. Estimasi Sumberdaya *Limonite*

Kadar Ni (%)			IDW (Inverse Distance Weight)			Kode Warna	OK (Ordinary Kriging)		
			Volume (m^3)	Density (kg/m^3)	Tonase (m^3/t)		Volume (m^3)	Density (kg/m^3)	Tonase (m^3/t)
0	-	0,5	3.150	1,45	4.568	Gray	75	0,48	36
0,5	-	1	236.075	1,45	342.309	Cyan	145.725	0,92	133.777
1	-	1,5	701.900	1,45	1.017.755	Blue	825.875	1,91	984.161
1,5	-	2	67.575	1,45	97.984	Yellow	40.450	1,61	65.461
2	-	2,5	5.850	1,45	8.482	Orange	2.650	2,15	5.707
2,5	-	3	250	1,45	363	Red	25	2,48	62
3	-	3,5	-	-	-	Green	-	-	-
3,5	-	4	-	-	-	Purple	-	-	-
TOTAL			1.014.800		1.471.460		1.014.800		1.189.204



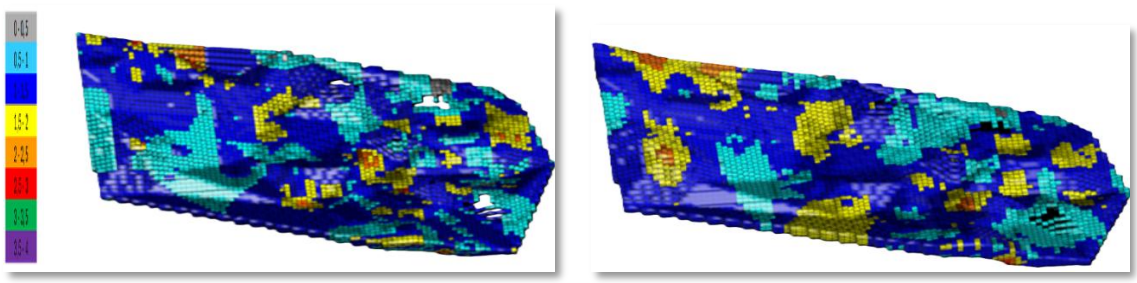
Gambar 8. Estimasi Sumberdaya Zona *Limonite* Metode IDW dan Metode *Kriging*

Zona *Saprolite*

1. *Inverse Distance Weight* (IDW)
   Estimasi sumberdaya nikel laterit menggunakan metode *Inverse Distance Weight* (IDW) pada lapisan saprolite menghasilkan total blok yang terbentuk sejumlah 50.800 blok yang diestimasi dengan kadar yang berbeda-beda pada tiap bloknya. Pada perhitungan estimasi *saprolite* diperoleh volume sebesar 713.175 m^3 atau 1.034.104 *metic ton*
2. *Ordinary Kriging* (OK)
   Estimasi sumberdaya nikel laterit dengan menggunakan metode *Ordinary Krigging* pada zona *saprolite* berdasarkan analisis variogram nikel. Total blok yang peroleh adalah 52.800 blok. Dari hasil perhitungan variogram diperoleh volume sumberdaya sebesar 713.175 m^3 atau 1.069.763 metic ton.

Table 4. Estimasi Sumberdaya *Saprolite*

Kadar Ni (%)			IDW (Inverse Distance Weight)			Kode Warna	OK (Ordinary Kriging)		
			Volume (m^3)	Density (kg/m^3)	Tonase (m^3/t)		Volume (m^3)	Density (kg/m^3)	Tonase (m^3/t)
0	-	0,5	18.850	1,45	27.332	Gray	1.575	1,49968254	2.362
0,5	-	1	199.325	1,45	289.021	Cyan	136.075	0,92	204.113
1	-	1,5	360.050	1,45	522.073	Blue	410.475	1,91	615.713
1,5	-	2	119.575	1,45	173.384	Yellow	152.475	1,61	228.713
2	-	2,5	12.650	1,45	18.342	Orange	12.475	2,15	5.707
2,5	-	3	2.700	1,45	3.915	Red	100	1,5	150
3	-	3,5	25	-	36	Green	-	-	-
3,5	-	4	-	-	-	Purple	-	-	-
TOTAL			713.175		1.034.104		713.175		1.069.763



Gambar 9. Estimasi Sumberdaya Zona *Saprolite* Metode IDW dan Metode *Kriging*

Estimasi Cadangan

Perhitungan cadangan berdasarkan pada jumlah dari sumberdaya, didasarkan pada beberapa parameter menurut Komite Cadangan Mineral Indonesia (KCMI) dan juga Standar Nasional Indonesia (SNI). Adapun parameter yang dimaksud adalah faktor penambangan, metalurgi, pemasaran, hidrogeologi, legal, lingkungan, sosial, dan ekonomi. Sedangkan pada perhitungan cadangan pada penelitian ini hanya

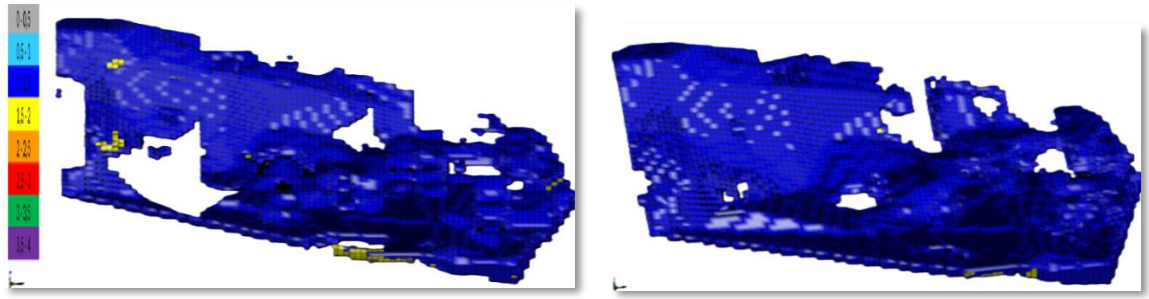
berdasarkan faktor ekonomi atau *Cut Off Grade* yang telah ditetapkan perusahaan sebesar 1 tanpa memperhitungkan faktor-faktor yang lainnya.

Zona *Limonite*

1. *Inverse Distance Weight* (IDW)`
   Berdasarkan penelitian Estimasi cadangan nikel laterit menggunakan metode *Inverse Distance Weight* (IDW) pada lapisan *limonite* menghasilkan total blok yang terbentuk sejumlah 18.251 blok yang diestimasi dengan kadar yang berbeda-beda pada tiap bloknya. Pada perhitungan estimasi cadangan *limonite* diperoleh volume sebesar 456.275m^3 atau setara dengan 661.600*metrik ton.*
2. *Ordinary Kriging* (OK)
   Berdasarkan penelitian Estimasi cadangan nikel laterit menggunakan metode *Ordinary Krigging* pada lapisan *limonite* menghasilkan total blok yang terbentuk sejumlah 20.668 blok yang diestimasi dengan kadar yang berbeda-beda pada tiap bloknya. Pada perhitungan estimasi cadangan *limonite* diperoleh volume sebesar 516.700m^3 atau setara dengan 749.216*metrik ton.*

Table 5. Estimasi Cadangan *Limonite*

Kadar Ni (%)			IDW (Inverse Distance Weight)			Kode Warna	OK (Ordinary Kriging)		
			Volume (m^3)	Density (kg/m^3)	Tonase (m^3/t)		Volume (m^3)	Density (kg/m^3)	Tonase (m^3/t)
1	-	1,5	701.900	1,45	1.017.755	Blue	825.875	1,91	984.161
1,5	-	2	67.575	1,45	97.984	Yellow	40.450	1,61	65.461
2	-	2,5	5.850	1,45	8.482	Orange	2.650	2,15	5.707
2,5	-	3	250	1,45	363	Red	25	2,48	62
3	-	3,5	-	1,45	-	Green	-	-	-
3,5	-	4	-	-	-	Purple	-	-	-
TOTAL			775.575		1.124.584		869.000		1.055.391



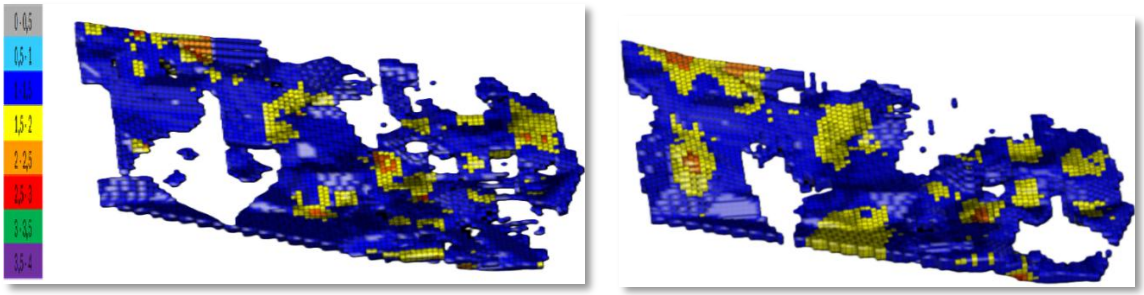
Gambar 10. Estimasi Cadangan Zona *Limonite* Metode IDW dan Metode *Kriging*

Zona *Saprolite*

1. *Inverse Distance Weight* (IDW)
   Estimasi cadangan nikel laterit dengan menggunakan metode *Inverse Distance Weight* pada zona *saprolite* berdasarkan analisis variogram nikel. Total blok yang peroleh adalah 34.520 blok. Dari hasil perhitungan variogram diperoleh volume sumberdaya sebesar 495.000 m^3 atau 717.750 *metic ton*
2. *Ordinary Kriging* (OK)
   Estimasi cadangan nikel laterit dengan menggunakan metode *Ordinary Krigging* pada zona *saprolite* berdasarkan analisis variogram nikel. Total blok yang peroleh adalah 32.840 blok. Dari hasil perhitungan variogram diperoleh volume sumberdaya sebesar 575.525 m^3 atau 850.283 *metic ton.*

Table 6. Estimasi Cadangan *Saprolite*

Kadar Ni (%)			IDW (Inverse Distance Weight)			Kode Warna	OK (Ordinary Kriging)		
			Volume (m^3)	Density (kg/m^3)	Tonase (m^3/t)		Volume (m^3)	Density (kg/m^3)	Tonase (m^3/t)
1	-	1,5	360.050	1,45	522.073	Blue	410.475	1,5	615.713
1,5	-	2	119.575	1,45	173.384	Yellow	152.475	1,5	228.713
2	-	2,5	12.650	1,45	18.342	Orange	12.475	0,45	5.707
2,5	-	3	2.700	1,45	3.915	Red	100	1,5	150
3	-	3,5	25	1,45	36	Green	-	-	-
3,5	-	4	-	-	-	Purple	-	-	-
TOTAL			495.000		717.750		575.525		850.283



Gambar 22. Estimasi Cadangan Zona *Saprolite* Metode IDW dan Metode *Kriging*

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di PT.X serta didukung oleh data – data yang diambil dilapangan serta data yang telah diberikan oleh perusahaan penulis dapat menulis hasil penelitian dan pembahasan di bab – bab Penentuan domain geologi, yang meliputi lapisan limonite, saprolite, dan bedrock dilakukan dengan membuat section dari hasil eksplorasi rinci.

Estimasi Sumberdaya nikel laterit sebesar 1.727.975 m^3 atau 2.505.564 matric ton menggunakan Metode *Inverse Distance Weight* (IDW) yang terbagi atas zona limonite sebesar 1.014.800 m^3 atau 1.471.460 matic ton , dan zona saprolite sebesar 713.175 m^3 atau 1.034.104 metric ton Sedangkan untuk estimasi Sumberdaya yang menggunakan Metode *Ordinary Kriging* menunjukan sumberdaya nikel laterite sebesar 1.727.975 m^3 atau 2.258.967 matric ton yang terbagi atas zona limonite sebesar 1.014.800 m^3 atau 1.522.200 matric ton , serta zona saprolite sebesar 713.175 m^3 atau 1.069.763 matric ton

Estimasi Cadangan pada PT.X memiliki nilai *Cut Off Grade* sebesar 1% dan memiliki jumlah cadangan nikel laterit sebesar 1.270.575 m^3 atau 1.842.334 metic ton menggunakan metode *Inverse Distance Weight* (IDW) dimana zona limonite memiliki cadangan nikel laterite sebesar 775.575 m^3 atau 1.124.584 matric ton , sedangkan zona saprolite memiliki cadangan nikel laterite sebesar 495.000 m3 atau 717.750 metic ton .Estimasi Cadangan nikel laterit sebesar 1.444.525 m^3 atau 1.905.674 metic ton menggunakan metode *Ordinary Kriging* dimana zona limonite memiliki cadangan nikel laterite sebesar 869.000 m^3 atau 1.055.391 metic ton , sedangkan zona saprolite memiliki cadangan nikel laterite sebesar sebesar 575.525 m^3 atau 850.283 metic ton

DAFTAR PUSTAKA

[1] L. Lintjewas, I. Setiawan, and A. Al Kausar, "Profil Endapan Nikel Laterit di Daerah Palangga, Provinsi Sulawesi Tenggara," *RISET Geologi dan Pertambangan*, vol. 29, no. 1, p. 91, 2019, doi: 10.14203/risetgeotam2019.v29.970.

[2] S. A. Mandalay, H. Bahar, S. H. Yuwanto, and L. Utamakno, "PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KUALITAS ENDAPAN NIKEL LATERIT BERDASARKAN ANALISIS PETROGRAFI DAN GEOKIMIA PADA SITE 'AINUN' BLOK 'SUCI' PT. ST NICKEL RESOURCES, KABUPATEN KONAWE, PROVINSI SULAWESI TENGGARA," *Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan (SEMITAN)*, vol. 3, no. 1, pp. 478–481, 2021.

[3] S. H. Yuwanto and A. K. Ningrum, "Pengaruh Batuan Dasar Terhadap Endapan Besi Laterit Di Pulau Sebuku Kalimantan Selatan," *Jurnal Geomine*, vol. 12, pp. 229–243, 2024.

[4] F. A. R. Widiatmoko, Fajar Rizki; Bahar, Hendra; Yuwanto, Sapto Heru; Jusfarida; Putri, Ratih Hardini Kusuma; Pradani, Diana; Cahyono, Yudho Dwi Galih; Tamanak, Melkianus A.; Wardana, Novandri Kusuma; Sari, Avellyn Shinthya; Widara, Maharani Rindu; Yulfiah; Esthi, *Pertambangan Nikel A-Z*, I. Yogyakarta: KYTA, 2023.

[5] B. S. Nasional, "SNI 4726-2019 Pedoman Pelaporan Hasil Eksplorasi, Sumberdaya, dan Cadangan Mineral," Jakarta: BADAN STANDARISASI NASIONAL, 2019, pp. 1–61. [Online]. Available: www.bsn.go.id

[6] A. Isjudarto, "Pengaruh Morfologi Lokal Terhadap Pembentukan Nikel Laterit," *ReTII*, 2013.

[7] E. Jim, "PENGARUH BATUAN DASAR TERHADAP KADAR UNSUR NIKEL PADA PROFIL LATERIT BLOK 'X' PT. CERIA NUGRAHA INDOTAMA DAERAH WOLO KABUPATEN KOLAKA PROVINSI SULAWESI TENGGARA," 2021, *Universitas Hasanuddin*.

[8] I. K. Putra, A. S. Sari, and S. H. Yuwanto, "Estimation of Nickel Laterite Resources and Reserves Using Ordinary Kriging and Inverse Distance Weighting (IDW) Methods : A Case Study from the Kolaka Block , PT Indrabakti Mustika , North Konawe Regency , Southeast Sulawesi," *Journal of Earth and Marine Technology (JEMT)*, vol. 5, no. 1, pp. 42–58, 2014.