

SKRIPSI

**PERHITUNGAN CADANGAN DAN STRIPPING RATIO BERDASARKAN
DESAIN PIT PADA BLOK MANGROVE PT. INDRABAKTI MUSTIKA
DESA LANGGIKIMA KABUPATEN KONAWE UTARA
PROVINSI SULAWESI TENGGARA**



**MAZIDDAH
2019D1D026**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTAMBANGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADYAH MATARAM**

2024

ABSTRAK

PT. Indrabakti Mustika merupakan salah satu perusahaan yang Wilayah Izin Usaha Pertambangan Operasi Produksi (IUP-OP) dengan seluas 576 Ha. Untuk melakukan proses penambangan terlebih dahulu dilakukan perencanaan tambang agar dapat dipertimbangkan dengan kapasitas yang ada dan menghindari kerugian sampai pada proses berlangsungnya penambangan. Karena sifat dari penyebaran kadar ore yang relatif tidak merata.

Salah satunya adalah membuat design pit sebagai acuan dan pegangan sebelum terjadinya proses penambangan. Dalam mendesain pit penambangan dimaksudkan untuk menghitung Volume cadangan, *Over Burden*, dan *stripping ratio*, sehingga dapat dirancang pit penambangan yang memperhitungkan aspek kualitas, kapasitas, ekonomi, lingkungan dan factor keamanan.

Teknik analisis data yang digunakan yaitu analisa kuantitatif secara deskriptif. Data yang didapat kemudian diolah dari data excel dengan format *comma separated values* (csv) untuk keperluan perancangan blok. Berdasarkan hasil pengamatan, perhitungan dan pembahasan maka didapatkan hasil yaitu dimensi bench untuk tinggi lereng adalah 5 meter, lebar bench 2 meter dengan sudut kemiringan 60°. Jumlah *Overburden* yang akan dibongkar yaitu 3.557.301,09 ton dan jumlah cadangan pada pit mangrove yaitu 3.720.099,32 ton dengan nilai *Stripping Ratio* (*SR*) = 0,96 ton.

Kata Kunci : pit limit, cadangan bijih, *SR*.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia menjadi negara penghasil nikel terbesar kedua di dunia setelah Rusia yang memberikan sumbangsi sekitar 15% dari jumlah produksi nikel dunia sejak tahun 2010. Salah satu daerah penghasil nikel di Indonesia berada pada daerah Konawe Utara, Sulawesi Tenggara. Endapan bijih nikel yang terdapat di Konawe Utara adalah endapan bijih nikel laterit yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan ultrabasa peridotit, dunit, serpentine yang mengandung Ni 2,0%. Nikel merupakan salah satu bahan tambang yang sangat penting di kehidupan manusia, yang dapat dimanfaatkan sebagai pembuatan logam anti karat, campuran pembuatan stainless steel, dan masih banyak lagi. Nikel juga menjadi bahan tambang yang sangat berharga dan memiliki nilai jual yang tinggi.

Dengan eksplorasi yang terus menerus, nikel kemudian semakin berkembang. Karena adanya pengendapan nikel laterit, masing-masing daerah memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Sifat fisik permukaan, seperti laterit, litologi, vegetasi yang tumbuh, serta kondisi morfologi, dapat di ketahui . Dengan demikian, estimasi nikel laterit yang diperoleh serta kualitas nikel laterit sebagai sumber daya yang diperlukan harus diketahui. Faktor inilah yang kemudian melatar belakang penulis untuk melakukan penelitian ini.

Berdasarkan penelitian terdahulu dari Fadly dan Hamzah (2018) dalam penelitiannya yang berjudul “ Estimasi Cadangan Berdasarkan Striping Ratio Pada PT. Dharma Putra Bersama Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur”. Jenis penelitian ini merupakan deskriptif yaitu penelitian serta data-datanya berbentuk angka baik yang di peroleh dengan jalan mengganti kualitatif pada data kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai keekonimisan wilayah penelitian harus ditentukan untuk perhitungan cadangan. Dimana pengerjaan perhitungan di bantu dengan aplikasi atau *software*. Dalam peneltian ini di gunakan metode model blok untuk menentukan daerah potensial yang optimal

untuk di lakukan kegiatan penambangan, dari model blok tersebut di buat *batter blok solid* (Dengan kontur struktur sebagai batas bawah dan topografi sebagai batas atas), sehingga dari *batter blok solid* tersebut kita dapat membuat *reshgraph* berdasarkan nilai *stripping ratio*. Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

Objek yang di teliti adalah sama-sama perhitungan cadangan dan *stripping ratio* dan metode pendekatan penelitian ini sama-sama menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Sedangkan perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini yaitu peneliti sebelumnya berfokus mengestimasi cadangan berdasarkan *stripping ratio*, sedangkan pada penelitian ini fokus penelitiannya adalah menghitung nilai cadangan dan *stripping ratio* dimana nilai *stripping ratio* tidak boleh melewati batas keuntungan dari nilai yang sudah di tetapkan perusahaan. Lokasi dalam penelitian sebelumnya di Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur, sedangkan penelitian ini berlokasi di Kabupaten Konawe Utaran Sulawesi Tenggara.

Susuai dari pemaparan singkat di atas, penulis bermaksud mengambil judul skripsi tentang “Perhitungan Cadangan Dan *Stripping Ratio* Berdasarkan Desain Pit pada Blok Mangrove PT. Indrabakti Mustika Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggra”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat dirumuskan beberapa masalah yaitu :

1. Bagaimana desain pit berdasarkan penyebaran endapan bijih pada blok mangrove.
2. Berapa volume *overburden* dan cadangan bijih dari pit mangrove yang telah didesain.
3. Berapa nilai *stripping ratio* dari pit mangrove yang telah didesain.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Kerja Praktek ini adalah sebagai berikut:

1. Merancang desain pit berdasarkan penyebaran endapan bijih pada blok mangrove.
2. Menghitung jumlah volume *overburden* dan cadangan bijih pada pit mangrove yang telah didesain.
3. Untuk mengetahui nilai *stripping ratio* pada pit mangrove yang telah didesain.

1.4. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini yaitu :

1. Perhitungan estimasi cadangan hanya menggunakan metode IDW.
2. Desain pit untuk volume waste dan ore tidak berlanjut sampai ke perhitungan analisis ekonomi tambang.
3. Desain pit mengikuti arah atau letak dari sebaran ore.
4. *Cut Off Grade* (COG) yang di gunakan 1.20%.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian yaitu :

1. Sebagai sarana pembelajaran dalam mendesain sebuah pit
2. Menggunakan praktik lapangan untuk memperluas pengetahuan kuliah.
3. Menambah data-data sebagai pertimbangan dalam perhitungan cadangan dan desain pit yang dapat menjadi bahan acuan untuk melakukan kegiatan selanjutnya.
4. Meningkatkan kerja sama antara kampus Universitas Muhammadiyah Mataram dan PT.Indrabakti Mustika.

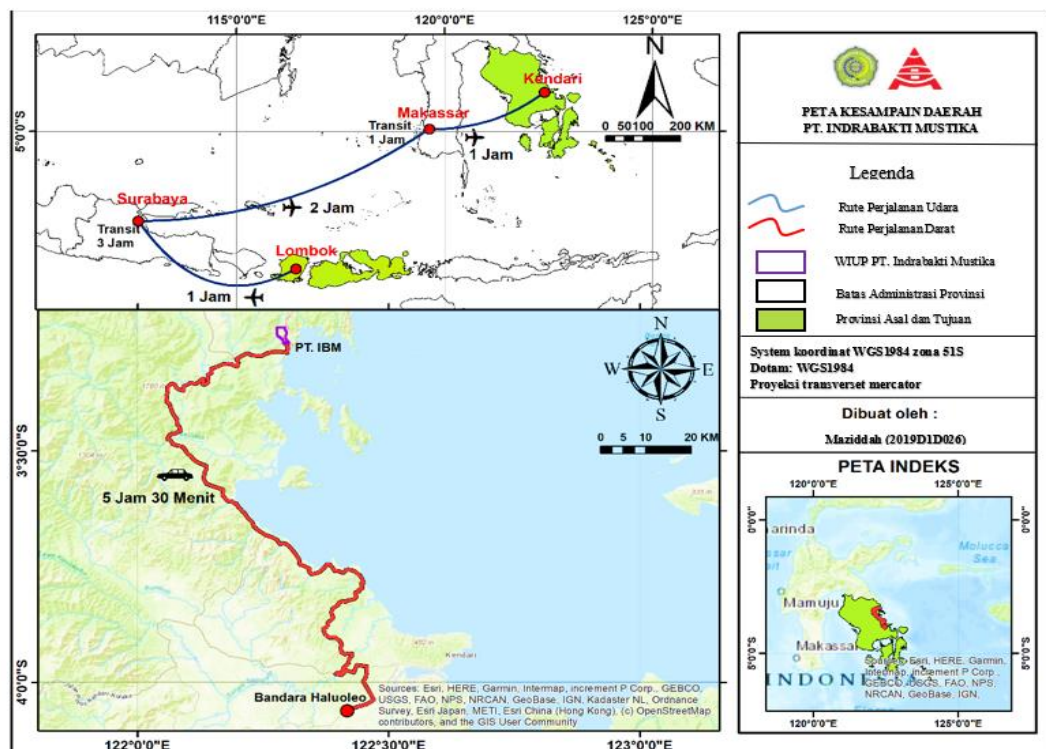
BAB II

TINJAUAN UMUM DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Umum

2.1.1. Lokasi Penelitian

PT.Indrabakti Mustika secara admistarsi terletak dalam wilayah Kecamatan Laggikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara.

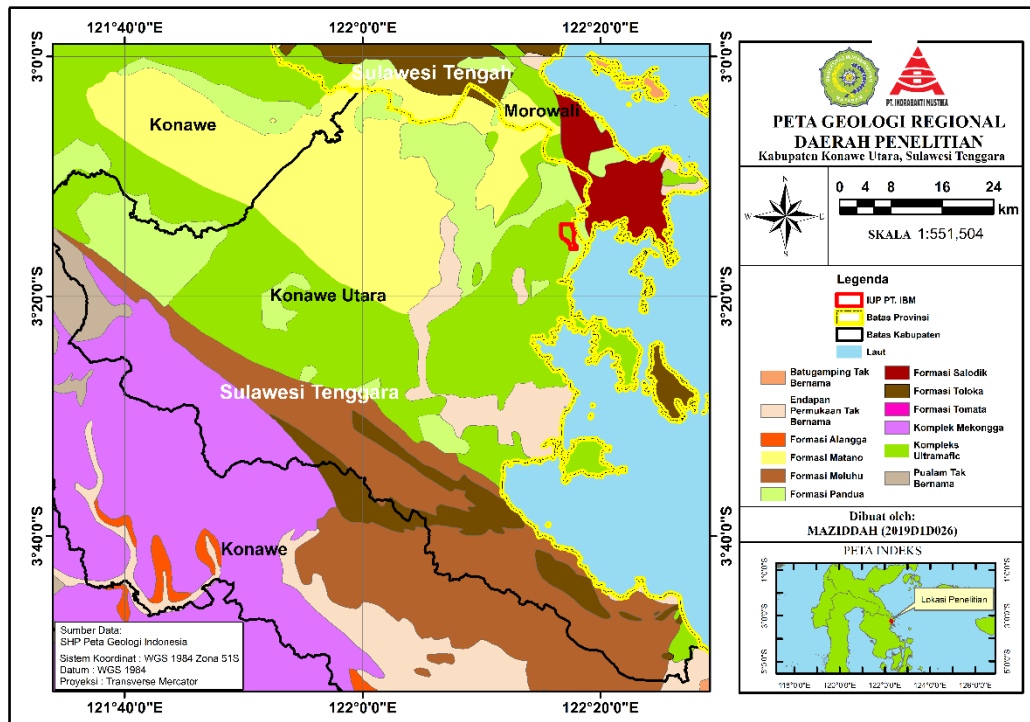


Sumber: Peneliti 2023

Gambar 2.1 Peta Kesampaian Daerah

Daerah penelitian yang terletak di Provinsi Sulawesi Tenggara dapat dicapai dengan pesawat dari mataram melalui jalur darat selama ± 6 jam dari kota mataram ke kendari kemudian jalur darat menggunakan travel selama 5 jam dari kendari ke kecamatan Langgikima, selanjutnya menggunakan bus lagi selama ± 1 jam dari langgikima menuju site PT.Indrabakti Mustika. Dengan kondisi jalan tanah berbatu, terutama setelah memasuki wilayah Langgikima sampai site PT.Indrabakti Mustika.

2.1.2. Geologi Regional Lokasi Penelitian



Sumber: Peneliti 2023

Gambar 2.2 Peta Geologi Regional

Daerah Penelitian termasuk dalam Formasi Tomata dan Kompleks Ultramafik secara regional. Formasi Tomata terdiri dari Konglomerat, Batu lempung, Batupasir, dan Tuf; Kompleks Ultramafik terdiri dari Hazburgite, Lherzolite, Serpentine, Dunite, Diabas, dan Gabro.

2.1.3. Profil Perusahaan

PT.Indrabakti Mustika adalah perusahaan tambang yang bergerak disektor pertambangan bijih nikel. Berdiri sejak tahun 2014, *Jobsite* PT Indrabakti Mustika (IBM) berlokasi di Desa Lameruru, Ngapainia, Molore, Molore Pantai dan Alenggo di Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara yang berjajak ± 187 KM dari Ibu Kota Provinsi Sulawesi Tenggara (Kendari). Dengan luas IUP sebesar 567 Ha.

Metode pengupasan lapisan tanah penutup yang digunakan di PT.Indrabakti Mustika yaitu *Back Filling Digging Method*, dimana tanah penutup dibuang ke tempat endapan bijih yang sudah digali.

Secara umum tahapan kegiatan pertambangan yang dilakukan meliputi pembukaan lahan, pengupasan lapisan tanah pucuk (*top soil*) dan tanah penutup (*overburden*), pemindahan material tanah dan batuan hingga diperoleh lapisan limonit yang kaya akan besi hingga lapisan yang kaya akan nikel yang disebut saprolit/ore.

2.1.4. Iklim dan Curah Hujan

Lokasi penambangan PT.Indrabakti Mustika yang berada di Kabupaten Konawe Utara dengan iklim tropis yang dipengaruhi oleh dua musim, yaitu musim hujan dan musim kemarau.

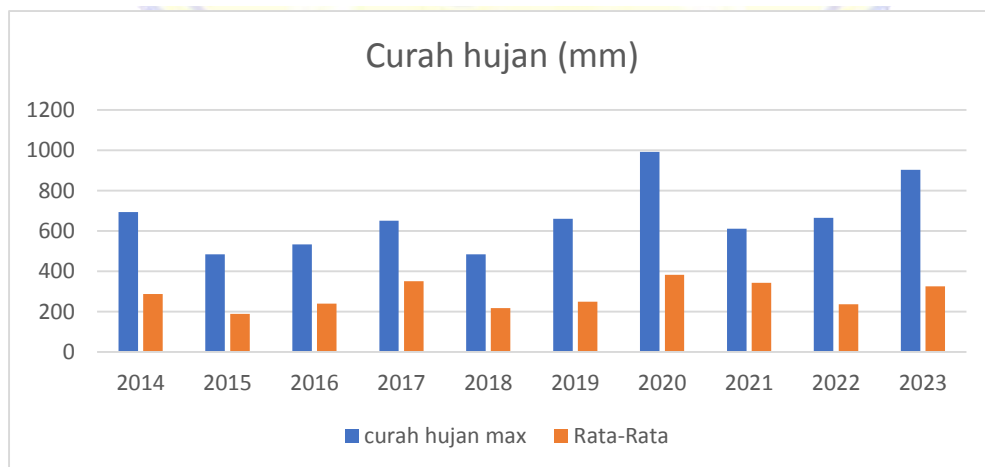
Curah hujan di daerah penelitian selama 10 tahun terakhir, dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.1. Data Curah Hujan di Daerah Lokasi Penelitian

Tahun	Bulan												Jumlah Total	curah hujan max	Rata-Rata
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Juni	Juli	Agu	Sep	Okt	Nov	Des			
2014	279	418	203	336	326	694	225	388	10	8	98	471	3456	694	288
2015	219	314	273	256	309	484	139	11	0	0	0	267	2272	484	189.3
2016	141	497	534	316	205	333	270	84	86	95	73	250	2884	534	240.3
2017	294	224	460	314	652	517	584	208	168	54	576	169	4220	652	351.6
2018	485	432	208	199	25	443	210	55	29	3	225	308	2622	485	218.5
2019	612	424	198	604	233	661	127	29	0	44	5	53	2990	661	249.1
2020	387	209	171	391	303	940	993	309	347	157	183	196	4586	993	382.1
2021	454	367	396	137	553	384	446	611	417	77	124	159	4125	611	343.7
2022	154	186	176	250	225	453	107	665	185	251	75	109	1134	665	236.3
2023	130	242	305	291	694	550	904	430	112	89	45	118	976	904	325.8

Sumber: PT. Indrabakti Mustika

Gambar 2.3 Grafik curah hujan



Sumber: Peneliti 2023

Dari data pengamatan selama 10 tahun terakhir yakni dari tahun 2014 sampai dengan tahun 2024, curah hujan rata-rata tertinggi sebesar 382,1 mm pada tahun 2020 dengan curah hujan rata-rata tertinggi pada bulan juni dan juli mencapai 940-993 mm, sedangkan curah hujan terendah rata-rata sebesar 3 mm yang terjadi pada bulan oktober tahun 2018 dan curah hujan terendah pertahunnya yaitu 189,3 mm pada tahun 2015. Curah hujan di daerah penelitian selama 10 tahun terakhir, di lihat pada (Tabel 2.1).

2.1.5. Keadaan *Geology Regional*

a. *Geology Regional* Sulawesi

Arsitektur pulau ini dibentuk oleh 4 fase tektonik utama yaitu pada Periode Kapur Tengah, Kala Oligo-Miosen, Kala Miosen Tengah, dan Kala Awal Pliosen (Gambar 2.2). Katili (1978), Sukanto (1975), Hall (1996), Wilson dan Moss (1999), dan Nichols dan Moss (1999) mendukung teori penunjaman umur Eosen-Oligosen dengan arah penunjaman ke barat. Di sisi lain, Parkinson (1991, 1996, 1998) dan Simanjuntak dan Barber (1996) mendukung teori penunjaman berarah timur. (Villeneuve,2001).

Pulau Sulawesi terbagi menjadi 4 bagian berdasarkan keadaannya, yaitu:

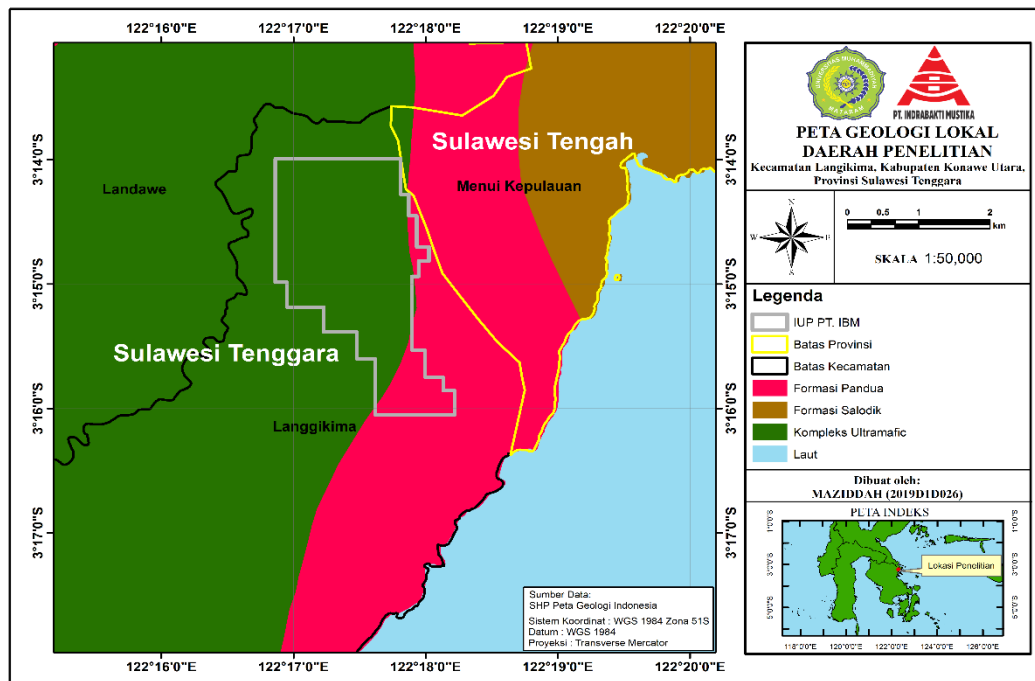
1. Mandala Barat atau *Westand North Sulawesi Volcano – Plutonic Arc* adalah jalur magmatik di bagian timur Paparan Sunda, terdiri dari batuan vulkanik bermumur Cenozoik dan pluton.

2. Mandala Tengah juga dikenal sebagai *Central Sulawesi Methamorphic Belt*, batuan malihan yang ditumpangi batuan bancuh sebagai bagian dari blok Indoaustralia.

3. Mandala Timur, juga dikenal sebagai *Belt Ophiolite* Sulawesi Timur, berupa ofiolit segmen dari kerak samudra yang berimbrikasi yang berumur dari Trias hingga Miosen. Mandala ini adalah tempat terbiasa nikel terbentuk.

4. Banggai-Sula dan *Continental Fragment* (Tukang besi), merupakan fragmen benua yang paling timur dimana Banggai Sula dan Tukang Besi merupakan pecahan benua yang berpindah ke barat akibat sesar mendatar dari *New*

Guinea. Dan Mandala Sulawesi Timur memiliki batuan ofiolit yang membawa nikel, sedangkan Mandala Banggai-Sula dicirikan oleh endapan batas kontinen. Dimana Formasi Tolaka satuan litologi tertua yang di endapkan dari lingkungan neritik hingga fluviati dari zaman Trias hingga awal Yura.



Sumber :Peneliti 2023.

Gambar 2.4 Peta Regional Sulawesi

Pada akhirnya, Formasi Nanaka diendapkan di daerah terestrial hingga laut dangkal Formasi Masiku ditemukan di daerah neritik luar pada Yura Akhir hingga Kapur Awal, dan Formasi Soladik ditemukan di daerah laut dangkal pada Eosen Akhir hingga Miosen Awal.

Struktur stratigrafi regional wilayah ini terdiri dari:

a) Kompleks Ultrabasa (PTUB)

Kompleks ultrabasa yang merupakan batuan tertua, terdiri dari gabro, diabas, dunit, serpentinit, harzburgit, lherzolit, dan wehrlit. Batuan ini sebagian besar tersebar di bagian tengah dan sebaagian di perbukitan dan pegunungan sepanjang jalur dari barat laut ke tenggara. Singkapannya terletak di beberapa tebing yang curam dan terkupas.

b) Formasi Salodik

Kalsilit, batu gamping pasiran, napal, batupasir, dan rijang membentuk formasi soladik ini.

c) Formasi Tokala

Formasi Tokala terbentuk dari batu gamping klastik, batu pasir sela, wake, serpih, napal, dan lempung pasiran yang dilapisi dengan argilit.

d) Formasi Tomata

Formasi tomata terbentuk dari batu pasir konglomerat, batulempung, tuf, dan lignit. Tersebar di wilayah selatan dan barat daya, Satuan ini berasal dari periode Miosen-Pliosen.

e) Endapan Aluvial

Endapan ini merupakan endapan termuda terdiri dari material lepas yang berasal dari batuan yang lebih tua dan berukuran antara lempung dan kerakal. Mereka tersebar di pantai timur dan di sekitar tepi danau.

Area ini dibentuk oleh struktur sesar dan lipatan. Sebagai sesar utama, sesar Matano bergerak ke arah barat laut-tenggara. Sesar Lasolo, yang mempengaruhi wilayah timur dan tenggara Sulawesi, juga dianggap berhubungan dengan Sesar Matano. Beberapa penulis menganggap Sesar Lasolo sejurus dengan Sesar Matano, dan disebut sebagai Sesar Hamilton yang diduga masih aktif hingga kini.

Terdapat tiga jenis lipatan yang berkembang yaitu lipatan terbuka, tertutup, dan di lipatan atas. Lipatan terbuka berupa lipatan lemah yang mengakibatkan kemiringan lapisan tidak melebihi 35° . Biasanya memiliki sumbu yang bergelombang dan bergerak dari barat timur ke barat laut tenggara. Lipatan tertutup terdiri dari lipatan sedang dengan kemiringan lapisan 35° tegak, bahkan kadang-kadang terjadi pembalikan lapisan. Lipatan-lipatan ini ditemukan pada batuan Oligosen atau bahkan lebih tua dari itu.

a. Morfologi Daerah Penelitian

Morfologi daerah penelitian termasuk dalam dua kategori : perbukitan mengkonversi sedang dan perbukitan terjal. Kategori pertama meliputi wilayah barat hingga selatan, sedangkan kategori kedua meliputi wilayah dari sisi timur ke sisi tenggara. Kedua kategori morfologi tersebut di atas hampir seluruhnya ditumbuhi oleh pepohonan kayu berbatang besar hingga kecil.

Di bagian barat daya, aliran sungai berkembang dalam pola dendritik, menunjukkan bahwa batuan di daerah tersebut secara umum relatif sama. Sedangkan di bagian timur laut, aliran berasal dari aliran memanjang yang relatif lurus dan lebar, menunjukkan kontrol struktur yang kuat oleh sesar dengan batuan yang keras. yang mencirikan bahwa secara umum batuan yang menempati daerah tersebut relative homogen.

b. Stratigrafi Daerah Penelitian

Secara regional, daerah penelitian terdiri dari Formasi Tomata dan Kompleks Ultramafik. Formasi Tomata terdiri dari konglomerat, Batu lempung, Batu pasir, dan Tuf. Hazburgite, Lherzolite, Serpentine, Dunite, Diabas, dan Gabro adalah bagian dari kompleks Ultramafik.

c. Struktur Geologi

Daerah penelitian memiliki sesar geologi. Pola-pola yang khas pada topografi, seperti kelurusan sungai dan gawir, serta breksiasi yang terlihat pada jalur sesar, merupakan tanda keberadaan sesar. Menurut pengamatan lapangan, ada sesar geser ke kanan yang terletak di bagian barat laut wilayah penelitian. Gaya kerja dari Barat laut dan Tenggara mempengaruhi sesar ini.

2.1.6. Nikel Laterit

Nikel laterit adalah produk residual dari pelapukan kimia yang terjadi pada batuan ultramafik selama berjuta-juta tahun, yang dimulai ketika batuan ultramafik tersingkap di permukaan bumi. Komponen seperti Ni, Fe, dan Co, yang memiliki pergerakan rendah hingga immobile, mengalami pengayaan secara residu dan sekunder sebagai akibat dari pelapukan pada peridotit.

Endapan nikel kemudian di bagi menjadi beberapa zona dengan kadar dan ketebalan yang berbeda tergantung pada proses pembentuknya. Daerah dengan

intensitas pengkekararan yang lebih tinggi mungkin memiliki profil yang lebih tebal dari pada daerah dengan intensitas pengkekararan yang lebih rendah.

Perbedaan intensitas ini menyebabkan ketidak konsistenan distribusi pengkayaan elemen pada profil selanjutnya. Hal ini di sebabkan oleh pembentukan endapan kemudian bergantung pada banyak faktor, termasuk batuan dasar (sumber batuan), waktu, tingkat pelapukan, struktur geologi, iklim, topografi, reaksi kimia, dan vegetasi.

Di Indonesia, iklim tropis menyebabkan pelapukan yang intens, salah satu contohnya adalah Sulawesi Tenggara, yang memiliki sumber daya nikel yang signifikan. sementara, kondisi ini tidak dipengaruhi oleh iklim, reaksi kimia, struktur, dan topografi sulawesi, sesuai untuk pembentukan nikel laterit.

2.1.7. Ganesa Pembentukan Endapan Nikel Laterit

Ganesa pembentukan endapan nikel laterit, proses pembentukannya diawali dengan proses oksidasi dan pelapukan batuan ultrabasa, seperti batuan harzburgit, yang mengandung olivin, piroksen, magnesium silikat, dan besi. Batuan ini tidak stabil dan mudah mengalami proses pelapukan.

Proses laterisasi di mulai pada batuan ultramafik (pidrotit, dunit, dan serpentinit), yang banyak mengandung mineral olivine, piroksen, magnesium silikat, dan besi silikat, dan sangat mudah dipengaruhi oleh pelapukan laterit. Proses ini juga mencakup pencucian mineral yang mudah larut dan silika dari profil laterit pada lingkungan yang bersifat asam, hangat, dan lembab.

2.1.8. Profil Endapan Nikel Laterit

1) *Iron camping* (Lapisan Tanah Penutup)

Lapisan tanah penutup, yang biasanya disebut "penutup besi", terdiri dari bahan berukuran lempung dan berwarna coklat kemerahan yang biasanya terdapat juga sisa-sisa tumbuhan. Pada bagian ini terdiri dari konkrit besi, oksida mineral hematite (Fe_2O_3) dan chromiferous ($FeCr_2O_4$) dengan kandungan nikel laterit yang rendah, yang menyebabkan kekayaan besi. Lapisan tebal berkisar antara 1-2 meter. Tekstur batuan awal tidak jelas, kandungan unsur Ni di wilayah ini <1%, dan kandungan unsur Fe lebih dari 30% (syafrizal dkk, 2011).

2) Zona Limonit

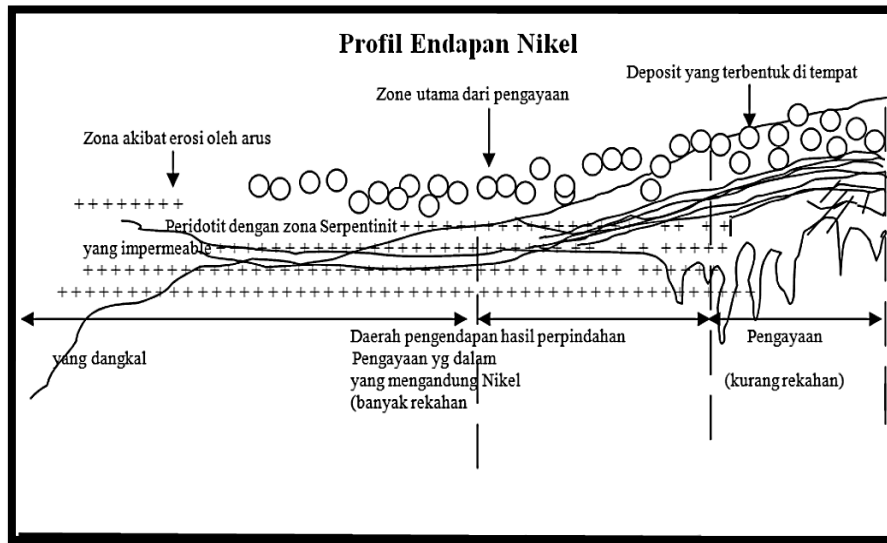
Lapisan berwarna coklat muda dengan tebal antara 1 hingga 10 meter, dan tekstur batuan aslinya mulai terlihat meskipun masih sangat sulit diamati. Pada area yang terjal, lapisan ini tipis dan mungkin hilang karena erosi di zona limonit, di mana hampir semua unsur yang mudah larut hilang. Kadar MgO hanya sekitar 2%, berat dan kadar SiO₂ hanya sekitar 2-5%. Kandungan Ni pada zona ini berada pada sedang antara 1% sampai 1,4%. Zona ini didominasi oleh mineral goethite, yang juga terdapat magnetit, hematit, kromit, serta kuarsa sekunder. Pada goethite terikat nikel, krom, kobalt, vanadium, serta aluminium (syafrizal dkk, 2011).

3) Zona Saprolit

merupakan lapisan batuan dasar yang sudah lapuk yang terdiri dari bongkahan lunak yang berwarna coklat kekuningan hingga kehijauan. Batuan asli masih dapat dilihat dengan struktur dan teksturnya. Di atas batuan asal ini, zona saprolit tidak mengalami perubahan geokimia yang signifikan. Kadar H₂O dan nikel meningkat seiring dengan peningkatan total nikel antara 2-4%. Kadar magnesium dan silika hanya sedikit turun dalam lapisan. Mengandung hidroksida besi, garnierite dengan bentuk seperti urat, serpentin, mangan, kuarsa sekunder dengan tekstur *boxwork* (seperti jaring laba-laba), krisopras dan beberapa tempat sudah terbentuk limonit yang mengandung Fe- hidroksida (syafrizal dkk, 2011).

4) Zona Bedrock

adalah Bagian terbawah dari profil nikel laterit yang berwarna hitam kehijauan disebut zona batuan dasar. Ini biasanya tidak mengandung mineral ekonomis dan terdiri dari bongkah-bongkah batuan dasar dengan ukuran lebih dari 75 senti meter. Kadar mineralnya Fe \pm 5%, dan Ni \pm 5%. (syafrizal dkk,2021).



Sumber: syafrizal dkk, 2011.

Gambar 2.5 Profil Endapan Nikel

2.1.9. Faktor- Faktor Pembentukan Endapan Nikel Laterit

Proses pembentukan endapan bijih nikel (Gambar 2.3) adalah batuan asal, struktur geologi, topografi waktu biologi dan iklim.

1) Batuan asal

Bentuk pengendapan nikel berikutnya bergantung pada jenis batuan asalnya. Batuan awal terdiri dari jenis batuan ultrabasa yang memiliki kadar nikel antara 0,2 dan 3,0% dan mengandung unsur Ca, Mg, Si, Fe, Co, Cr, Mn, dan Ni. Kemudian, karena pelapukan Kimiawi dan mekanis, mengalirkan nikel di lokasi tertentu, yang menyebabkan pengendapan nikel.

2) Struktur geologi

Rekahan dan patahan, yang merupakan struktur geologi penting dalam pembentukan melemahkan nikel, mempengaruhi dan mempercepat proses rembesan udara ke dalam tanah dan pelapukan batuan induk. Rekahan dan patahan juga dapat berfungsi sebagai tempat larutan-larutan yang mengandung nikel mengendap.

3) Topografi

Secara teoritis, punggung bukit yang landai dengan kemiringan antara 10 dan 30 derajat adalah tempat yang ideal untuk pengendapan nikel karena di sana

dapat terjadi pelapukan mekanis dan kimiawi. Di daerah yang curam, air hujan mengalir ke permukaan dari pada meresap ke dalam tanah, menyebabkan erosi yang parah di mana unsur-unsurnya juga tererosi.

4) Waktu

Transportasi dan konsentrasi pengendapan pada suatu lokasi merupakan bagian yang sangat penting dari proses pelapukan. Endapan yang dihasilkan dari penambangan nikel kemudian terbentuk dalam waktu yang lama, mungkin ribuan atau jutaan tahun, tetapi endapan akan sangat tipis jika waktu pelapukan terlalu cepat. Profil nikel di tanah Buli dan wilayah sekitarnya hampir identik. Perbedaan lahan disebabkan oleh bentuk morfologi, aktivitas erosi, dan potensi pengaruh struktur geologi lainnya.

5) Iklim

Proses pengumpulan dan akumulasi unsur-unsur juga dapat terjadi selama pergantian musim kemarau dan musim penghujan, ketika permukaan air tanah naik dan turun. Perbedaan suhu yang signifikan akan mendorong pelapukan mekanis, yang menyebabkan rekahan pada batuan. Ini akan mempermudah proses atau reaksi kimia pada batuan.

2.1.10. Kegiatan Penambangan

Sistem penambangan yang diterapkan pada PT. Indrabakti Mustika menggunakan sistem tambang terbuka, dengan metode *open cut* dimana pada kegiatan ini menggunakan alat dorong, alat gali/muat, dan alat angkut. Penambangan bijih nikel di PT.Indrabakti Mustika dilakukan pada pit Magrove. Namun, penambangan dilakukan di bawah pengawasan *Grade Control* untuk menakar kualitas ore.

a. Pemboran Inti

Pemboran inti dilakukan untuk mendapatkan informasi detail pada lokasi rencana penambangan untuk membuat interpretasi model endapan geologi pada lokasi rencana penambangan.



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 2.6 Gambar Kegiatan Pemboran

b. Pembersihan Lahan (*Land Clearing*)

karena vegetasi yang ada merupakan pohon-pohon dengan diameter sedang hingga besar, pembersihan lahan penambangan dilakukan pada lokasi yang akan ditambang secara system tambang terbuka, Mesin pemotong kayu digunakan untuk menebang pohon-pohon yang ada di lokasi rencana penambangan.



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 2.7 Gambar kegiatan Pembersihan Lahan

c. Pembersihan Lapisan Tanah Penutup

Lapisan tanah penutup digunakan untuk mengekstraksi nikel di bawahnya. Lapisan tanah penutup kemudian diangkut ke disposal, di mana tanah ini akan digunakan untuk penimbunan kembali lahan yang dihasilkan dari penambangan dan sebagai dasar untuk penghijauan kembali atau vegetasi.



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 2.8 Gambar Pengupasan Tanah Penutup

d. Penggalian Bijih Nikel

Tujuan utama penambangan adalah untuk mendapatkan endapan yang memenuhi batas kadar minimum, atau *cut of grade* . Yang selanjutnya akan dibawa ke pabrik pengolahan dan pengolahan untuk membedakan nikel dari mineral pengotornya, yang juga dikenal sebagai waste.



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 2.9 Gambar Penggalian Bijih Nikel

e. Pengangkutan

Dalam proses penambangan nikel, setelah menjual nikel digali menggunakan excavator berukuran bucket yang relatif kecil, menghasilkan nikel diangkut ke dump truck untuk diproses di pabrik.



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 2.10 Gambar Pengangkutan

2.2 Landasan Teori

2.2.1. Sumberdaya dan Cadangan Menurut Komite Cadangan Mineral Indonesia (Kode-KCMI 2017)

a. Sumberdaya Mineral

Sumber daya mineral adalah konsentrasi atau keterjadian mineral dengan bentuk, kualitas, dan kuantitas tertentu yang bernilai ekonomis di atas kerak bumi, yang memiliki keprospekkan pada akhirnya dapat di ekstraksi secara ekonomis. Sumber daya mineral di interprestasikan menurut tingkat keyakinan geologinya, seperti Lokasi, kuantitas, kadar, karakteristik geologi, dan kesinambungan sumber daya mineral harus diketahui, diestimasi, atau di interpretasikan menggunakan bukti-bukti geologi dan pengetahuan berdasarkan tingkat keyakinan geologinya:

1. Sumberdaya Mineral Tereka ialah bagian dari sumber daya dimana tonase, kadar, dan kandungan mineral dapat di estimasi dengan tingkat kepercayaan rendah. Hal ini ditujukan dari adanya bukti geologi, namun tidak berlanjut kemenerusan geologi serta kadarnya hanya berdasarkan dari informasi yang diperoleh melalui teknik yang memadai dari lokasi mineralisasi seperti

singkapan, paritan uji, sumuran uji serta lubang bor tapi kualitas dan taraf kepercayaannya terbatas atau tak jelas

2. Sumberdaya Mineral Tertunjuk ialah bagian dari sumber daya mineral yang mana tonase, densitas serta bentuk dan karakteristik fisik, kadar, maupun kandungan mineral dapat diestimasi dengan tingkat kepercayaan yang wajar. Hal ini berdasarkan dari hasil eksplorasi dan informasi yang diperoleh dari pengambilan dan pengujian contoh di lapangan melalui teknik yang tepat dari lokasi mineralisasi seperti singkapan, paritan, sumuran, "terowongan uji", dan lubang bor. Lokasi yang diambil datanya mungkin terlalu jarang atau tidak cukup untuk memastikan kesinambungan geologi dan kadarnya, tetapi secara meruang cukup untuk menjamin kesinambungannya.
3. Sumberdaya Mineral Terukur ialah naiknya tingkat kepercayaan geologi berdasarkan dari hasil tonase, densitas, bentuk, karakteristik, fisik, kadar dan kandungan mineral bisa di estimasi dengan kepercayaan yang tinggi. Hal ini berdasarkan hasil Eksplorasi rinci serta pengambilan dan pengujian contoh yang di peroleh dengan teknik yang dan sempurna, lokasi-lokasi mineralisasi, singkapan, paritan uji, sumuran uji, 'terowongan uji' serta lubang bor. Di kategorikan secara umum cukup rapat untuk memastikan keberlangsungan geologi serta kadarnya.

b. Cadangan (*Reserves*)

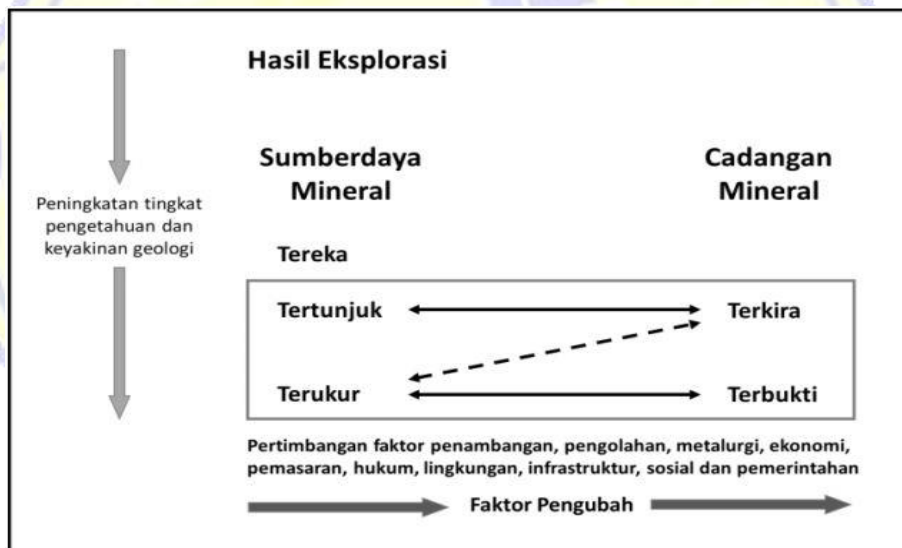
Salah satu jenis sumber daya mineral yang dapat ditambang secara ekonomis. Ini mencakup penambahan material dilusi atau "material hilang", yang terjadi ketika material ditambang. Kajian dan studi yang tepat telah dilakukan pada klasifikasi ini. Yang sudah di pertimbangkan tentang unsur-unsur penambangan, metalurgi, ekonomi, pemasaran, hukum, lingkungan, sosial, dan pemerintah.

Pengkajian ini menunjukkan bahwa ekstraksi telah dapat diterima dan masuk akal. Tingkat keyakinan naik menjadi:

1. *Cadangan Bijih Terkira*, termasuk dalam sumber daya mineral tertunjuk yang ekonomis untuk ditambang dan juga termasuk dalam sumber daya mineral terukur. Ini mencakup material yang dilusi atau "material hilang"

yang dapat terjadi saat material ditambang. Yang sudah di pertimbangkan dengan tepat faktor Penambangan, metalurgi, ekonomi, pemasaran, hukum, lingkungan, sosial, dan pemerintah.

2. *Cadangan Bijih Terbukti*, adalah bagian dari sumber daya mineral yang dapat ditambang dengan biaya yang wajar. Ini mencakup material yang dilusi dan "material hilang" yang terjadi saat material ditambang. Yang sudah di pertimbangkan mengenai fakto-faktor Penambangan, metalurgi, ekonomi, pemasaran, hukum, lingkungan, sosial, dan pemerintahan.
3. *Cadangan Bijih Tertambang*, merupakan cadangan yang secara teknis dan ekonomis dapat di tambang. Faktor-faktor seperti *cut-off grade* dan *stripping ratio* serta faktor presentase perolehan penambangan telah dipertimbangkan.



Sumber : Kode-KCMI, 2017

Gambar 2.11 Hasil Eksplorasi, Sumberdaya Mineral dan Cadangan

2.2.2. Pertimbangan Dasar Perencanaan Tambang

Dalam perencanaan penambangan, terutama penambangan bijih, ada dua hal penting yang harus diperhatikan, yaitu:

- a. Pertimbangan Ekonomis

Data untuk pertimbangan ekonomi dalam melakukan perencanaan tambang yang mencakup biaya, yaitu:

- Harga (*value*) dari endapan per ton nikel
 - Ongkos produksi adalah biaya yang diperlukan untuk menghasilkan produk nikel tanpa biaya pengupasan (*stripping*).
 - Untuk mengetahui biaya "pengupasan lapisan penutup" harus terlebih dahulu mengetahui nilai "*stripping ratio*"nya.
 - Dengan mengetahui "*Economic Stripping Ratio*" maka keuntungan yang diharapkan dapat di ketahui.
 - Kondisi pasar
- Dari beberapa indikator ekonomi tersebut, diangkat pada suatu yang akan terjadi rancangan desain lubang pada daerah penelitian

b. Pertimbangan Teknis

Berikut data-data yang termasuk untuk pertimbangan teknis:

- Menentukan "*Ultimate Pit Slope (UPS)*"
- Ukuran dan batas maksimum dari kedalaman lubang tambang setelah operasi
- Dimensi jenjang/*bench*
- Pemilihan sistem penirisan yang tergantung pada keadaan air tanah dan curah hujan di wilayah penambangan.
- Kondisi geometrik jalan
- Pemilihan peralatan mekanis
- Kondisi geografi dan geologi

2.2.3. Dasar Pemilihan Sistem Penambangan

Dengan kemajuan teknologi, sistem penambangan dibagi menjadi tiga jenis, yaitu:

- a. Tambang terbuka adalah sistem penambangan yang kegiatan penambangannya terhubung langsung dengan udara luar.
- b. Tambang dalam adalah sistem penambangan yang seluruh aktivitas penambangannya dilakukan di dalam tanah atau di bawah permukaan tanah.
- c. Tambang bawah air (*Under water Mining*)

Beberapa hal yang harus diperhatikan saat memilih sistem penambangan yang akan digunakan, yaitu:

- a. Kedalaman endapan, apakah dekat atau jauh dari permukaan.

- b. Pertimbangan ekonomi, tujuannya adalah untuk mencapai "*Mining Recovery*" yang paling efisien dan tidak berbahaya.
- c. Pertimbangan teknis
- d. Pertimbangan Teknologi.

Semua sistem penambangan yang telah disebutkan sebelumnya memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, dan masing-masing disesuaikan dengan jenis pengendapan yang akan ditambang. Dalam hal pemilihan sistem penambangan secara tambang terbuka, terdapat banyak faktor yang mempengaruhi, yaitu :

- a. Jumlah Tanah Penutup atau *overburden*, juga dikenal sebagai lapisan penutup, yang berada di atas lapisan tanah. Sebelum diambil, tanah penutup harus dikupas, untuk diketahui dengan jelas nilai "*Stripping ratio*".
- b. Informasi tentang hasil eksplorasi dan pemboran dapat digunakan untuk menentukan jumlah yang dapat ditambang. Ada standar yang digunakan oleh perusahaan untuk mengurangi jumlah nikel yang diperoleh dari perhitungan cadangan tersebut. Standar reduksi ini dapat berupa:
 - *Geologi factor*
 - *Mining loss*
 - *Dilution*
- c. Batas Penambangan (*Pit Limit*) dan *Stripping ratio* (SR)

Daerah yang layak atau tidak untuk diproduksi dapat di ketahui dengan cara menentukan batas penambangannya. Strategi penentuannya ialah dengan cara kadar tersebut harus di pisahkan dengan daerah yang layak dalam masalah kadar, di mana kelayakan kadar adalah *cut off grade* (COG), yang merupakan kadar rata-rata terendah yang masih menguntungkan untuk di tambang. Langkah berikutnya adalah menghitung *striping ratio* (SR), yang merupakan perbandingan antara volume tanah penutup yang di pindahkan persatuan berat bijih menjadi (satuan m³/ton). Jadi, SR dari wilayah yang sudah memenuhi syarat COG dievaluasi lagi setelah mengetahui nilai SR. Jika SR wilayah tersebut lebih besar dari SR yang ditentukan perusahaan, wilayah tersebut tidak layak untuk ditambang.

2.2.4. Desain Tambang Terbuka

Parameter-parameter penentuan dimensi jenjang, yaitu :

- Sasaran produksi dan *stripping ratio*
- Kondisi *overburden*
- Peralatan yang digunakan
- Penimbunan material

Tinggi jenjang, panjang, dan lebar dimensi di pertimbangkan dan ditentukan oleh berbagai faktor. Ini termasuk metode pembongkaran material (baik melalui peledakan atau alat gali muat), kemampuan alat muat, pola gerak alat muat dan alat angkut, yang digunakan secara bersamaan selama penambangan, dan tujuan produksi dan rencana pemanfaatan lahan yang dihasilkan dari tambang. Di sisi lain mempengaruhi keamanan penambangan dan stabilitas lereng, dimensi tinggi akan mempengaruhi jumlah bahan galian yang dapat ditambang.

Faktor-faktor pertimbangan dalam pembuatan geometri jenjang:

a. Tinggi jenjang

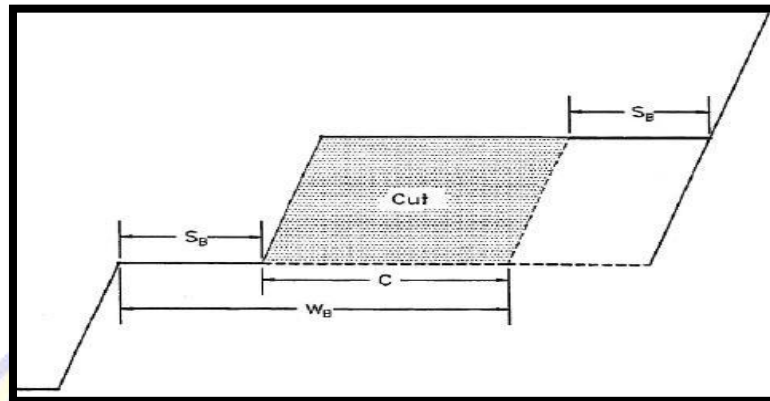
Ketinggian ditentukan oleh rencana geometri peledakan yang dapat di jangkau oleh alat muat. Tinggi jenjang adalah jarak yang diukur tegak lurus dari lantai jenjang (*toe*) hingga ujung jenjang atas (*crest*). Tinggi jenjang yang dibuat sangat dipengaruhi oleh sifat fisik dan mekanik batuan, rencana dimensi pembongkaran dan peralatan mekanis yang digunakan semuanya mempengaruhi ketinggian yang dibuat.

b. Lebar Jenjang

Ketinggian sesuai dengan tujuan produksi dan kondisi topografi di lokasi penambangan. Lebar ketinggian adalah jarak horizontal yang diukur dari ujung ketinggian lantai hingga batas belakangnya. Lebar ketinggian minimum sangat penting karena harus dapat menampung peralatan yang digunakan serta material yang dihasilkan dari ledakan.

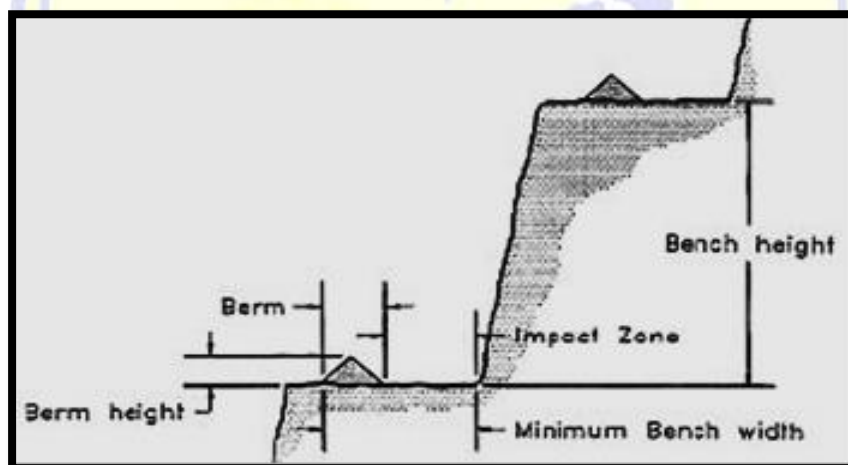
- Jenis dan kemampuan alat
- Peralatan yang bekerja di lantai yang sama dari tumpukan hasil pembongkaran
- Kapasitas produksi yang akan dipakai

Sebuah ketinggian kerja (*working bench*) adalah kedalaman tempat penambangan atau ketinggian yang berlangsung. Bagian yang sedang digali dari jenjang kerja disebut *cut*, dan setelah bagian *cut* telah ditambang, jenjang keselamatan akan dibangun.



Gambar 2.12 Bagian dari *working bench* (Hustrulid, 2013)

Safety bench, juga dikenal sebagai jenjang penangkap, berfungsi untuk menampung material tanah yang jatuh dari *bench* dan menahanya agar longsor tidak terjadi. Tumpukan material bongkahan (*berm*) sering ditemukan di sepanjang *crest*. Akibatnya, terbentuklah antara tumpukan dan kaki lereng untuk mengumpulkan batuan yang jatuh. (Gambar 2.6). *Impact zone* merupakan area yang terkena dampak dari jatuhnya material (Hustrulid, 2013).



Gambar 2.13 Geometri *catch bench* (Hustrulid, 2013)

Lebar *catch bench* disesuaikan dengan tinggi *bench*. Berdasarkan kajian dari para ahli pertambangan, memberi rekomendasi bahwa semakin tinggi *bench* maka

semakin lebar bahwa semakin tinggi *bench* maka semakin lebar *catch bench* yang dibutuhkan (Tabel 2.2).

Tabel 2.2 Rekomendasi dimensi catch bench (Hustrulid, 2013)

Bench Height	Impact Zone	Berm Height	Berm Width	Minimum Bench Width
(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
15	3,5	1,5	4	7,5
30	4,5	2	5,5	10
45	5	3	8	15
46	6	4	9	

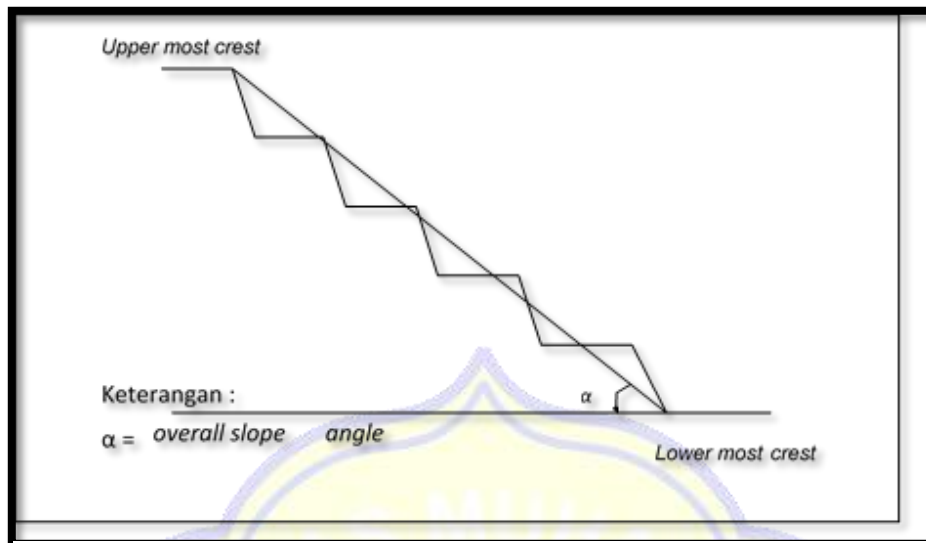
c. Sudut Lereng Jenjang

Untuk mendapatkan sudut kemiringan antara 60° dan 65°, dilakukan ekskavasi di permukaan jenjang dengan alat gali mekanis seperti *loader* atau *shovel*, atau biasanya dilakukan operasi peledakan pada sudut lereng yang lebih curam.

Tinggi jenjang, satu sudut jenjang, dan lebar jenjang penangkap membentuk geometri jenjang. Rancangan geoteknik jenjang biasanya dikomunikasikan sebagai parameter untuk komponen ketiga aspek ini. Lereng tunggal adalah lereng yang dibentuk oleh satu ketinggian atau puncak (*crest* dan *toe*). Lereng keseluruhan adalah lereng yang dibentuk oleh keseluruhan jenjang. Kemiringan ini diukur dari ujung paling atas depan penambangan hingga *toe* paling akhir dari *front* penambangan. Kemiringan lereng sangat dipengaruhi oleh sifat batuan dan aktivitas peledakan. (Hustrulid, 2013).

Selama kegiatan penambangan, pengendalian sudut lereng biasanya dilakukan dengan menggunakan bendera kecil untuk menandai lokasi pucuk ketinggian (puncak) yang telah di desain sebelumnya. Diperkirakan bahwa operator alat mekanis memiliki kemampuan untuk menggali hingga batas lokasi bendera. Lokasi lobang tembak juga dapat bermanfaat. penggalian sebelumnya dilakukan dari bagian atas material untuk menjaga keamanan. Ini mencegah longsoran saat material digali. *Overall slope angel* dapat ditentukan dengan persamaan :

$$\Theta \text{ (overall)} = \tan^{-1} \frac{n \times \text{tinggi jenjang}}{(n-1) \times \text{lebar jenjang} + \frac{n \times \text{tinggi jenjang}}{\tan(\text{kemiringan jenjang})} + \text{lebar ramp}}$$



Gambar 2.14 Overall slope angle (Nurhidayat,2007)

Adapun pendapat dari beberapa teori mengenai Geometri jenjang yaitu sebagai berikut:

1. Berdasarkan young (Elemen Penambangan)
 - a. Tinggi jenjang
 - Untuk tambang bijih besi antara 6 – 12 m
 - Untuk tambang bijih tembaga 9 – 21 m
 - Untuk *limestone* dapat sampai 60 m
 - b. Lebar jenjang
Antara 15 – 106 m
 - c. Kemiringan jenjang
Antara 45° – 65°.
2. Berdasarkan Melinkov dan Chevnokey (*Safety in Open Cast Mining*)
 - a. Untuk lapisan yang lunak (*soft strata*)

$$B = 2R + C + C1 + L$$

Keterangan :

B = lebar jenjang

R = *digging radius* dari alat muat

C = jarak sisi jenjang *broken material* ke garis tengah rel

L = lebar yang disediakan untuk pengaman (*safety*)

biasanya selebar *dump truck*

- b. Untuk lapisan yang keras (*hard srata*)

$$B = a + C + C1 + L + A$$

Keterangan :

B = lebar jenjang

a = lebar untuk *broken material*

A = lebar pemotongan pertama (awal)

3. Lebar jenjang penangkap

Perencanaan dan Desain Tambang Terbuka, lebar jenjang penangkap biasanya 2/3 dari tinggi jenjang, tetapi pada akhir umur tambang, kadang-kadang hanya 1/3 dari tinggi jenjang. (Hustrulid dalam Nurhidayat,2007).

2.2.5. Geometri Jenjang Menurut Keputusan Menteri Pertambangan dan Energi No. 555 Pasal 241

- a. Agar pekerja aman dari material atau benda jatuh, miring, tinggi, dan lebar teras harus dibuat dengan baik dan aman.
- b. Untuk pekerjaan di lapisan yang mengandung pasir, tanah liat, kerikil, dan material lepas lainnya, tinggi jenjang (bench) harus:
 1. Tidak boleh lebih dari 2.5 m apabila dilakukan secara manual
 2. Tidak boleh lebih dari 6 m apabila dilakukan secara mekanik dan
 3. Tidak boleh menggunakan *chamsell*, *dragline*, *bucket whell excavator*, atau alat sejenis lainnya lebih dari 20 m kecuali dengan persetujuan Kepala Inspeksi Tambang.
- c. Manual pekerjaan pada material kompak tidak boleh memiliki ketinggian lebih dari 6 m.
- d. Jika tampilan dilakukan sepenuhnya dengan alat mekanis yang dilengkapi dengan pengaman kabin yang kuat, ketinggian maksimum untuk material kompak adalah 15 m, kecuali mendapat persetujuan dari *Chief Executioner of Mine Inspection*.

Jenis longsoran dalam tambang terbuka adalah:

- a). Longsorang busur (tipikal longsoran tanah): Longsoran geser permukaan disebabkan oleh massa batuan atau tanah yang sangat kekar.

- b). Longsor bidang: Bidang kekar rata-rata memiliki kemiringan yang hampir atau searah dengan lereng, tetapi hal ini tidak berlaku untuk massa batuan skisto.
- c). Longsor baji: Garis yang memotong dua bidang kekar memiliki kemiringan yang miring ke lereng.
- d). Longsor topling: Rekahan tarik pada massa batuan yang terdiri dari kekar kolom yang agak tegak melendut terus ke arah kemiringan lereng.

2.2.6. Metode Invers Distances Weighting (IDW)

1) Metode *Invers Distances Weighting* (IDW)

Bobot contoh (w), yang dihitung sebagai fungsi dari jarak contoh terhadap blok yang ditaksir, adalah dasar dari metode sepejarak ini. Metode ini didasarkan pada kombinasi harga rata-rata tertimbang dari kadar komposit di sekitar blok, yang digambarkan sebagai berikut:

$$Z^* = \sum_{i=1}^n w_i Z_i$$

Keterangan:

Z^* = Kadar yang ditaksir

w_i = Bobot Contoh (*weighted average*)

Z_i = Kadar Contoh

Bobot sepejarak dapat digambarkan sebagai berikut (berlaku untuk n lebih besar dari 0):

- a. Sepejarak pangkat satu didefinisikan :

$$w = \frac{1}{\sum \frac{1}{d}}$$

- b. Sepejarak kuadrat (invers jarak kuadrat, deteksi intrusi). Contoh pembobotan ini, yang memiliki jarak paling dekat, memiliki bobot paling besar. Sistem deteksi intrusi menggunakan persamaan:

$$w = \frac{\frac{1}{(d)^2}}{\sum \frac{1}{(d)^2}}$$

- c. Persamaan sepejarak kubik (*Invers Distance Cubed*, ID3) adalah sebagai berikut:

$$w = \frac{\frac{1}{(d)^3}}{\sum \frac{1}{(d)^3}}$$

2.2.7. Penaksiran dan Pemodelan Cadangan

Permodelan cadangan sangat penting karena dapat menghasilkan taksiran kuantitas (tonase) dan kualitas (kadar) dan cadangan emisi, dapat membuat perkiraan bentuk distribusi kadar emisi tiga dimensi, menentukan umur tambang berdasarkan jumlah cadangan, dan menentukan batas-batas kegiatan penambangan berdasarkan taksiran dan model cadangan.

Perangkat lunak Surpac digunakan untuk melakukan penaksiran cadangan. Untuk menggunakan perangkat lunak ini, dibutuhkan data-data yang nantinya akan diolah yaitu:

- a) Data topografi terdiri dari hasil pengukuran lapangan berupa koordinat (timur dan barat) dan ketinggian.
- b) Data kerah bor terdiri dari nama titik bor, koordinat, elevasi, dan kedalaman lubang bor.
- c) Data survey bor terdiri dari nama titik bor, kedalaman, kemiringan, dan arah lubang bor.
- d) Data pemboran *geology*, yang meliputi: nama titik bor, kode sampel tiap interval lubang bor, kedalaman awal dan kedalaman akhir dari tiap sampel, serta deskripsi masing-masing interval sampel.
- e) Data Pemboran *assay*, yang meliputi: data assay identik sama dengan data *geology* hanya saja pada data *assay* tidak lagi ada data litologi kemudian ditambahkan data hasil Analisa dari masing-masing sampel berupa kandungan unsur dan kadarnya.

Pemodelan cadangan mineral bijih dengan model komputer biasanya menggunakan model blok teratur, di mana cebakan dibagi menjadi blok-blok yang

lebih kecil atau blok-blok dengan ukuran tertentu. Blok-blok yang tinggi biasanya disesuaikan dengan kedalaman penambangan yang tinggi. Setiap blok memiliki karakteristik tertentu, seperti jenis batuan, alterasi, mineralisasi, kadar, kode topografi.

2.2.8. Perancangan Tambang menggunakan Software Surpac 6.3

Surpac merupakan salah satu software yang terkenal di bidang geologi serta perencanaan tambang yang mendukung operasi pada penambangan serta proyek eksplorasi lebih dari 90 negara. software ini memberi efisiensi serta akurasi melalui kemudahan penggunaan, grafis tiga dimensi yg baik dan alur kerja otomatis yang di sesuaikan dengan cara khusus perusahaan serta data yang di input (*surpac minex group*. 2006).

Estimasi dan pemodelan cadangan menggunakan fitur perangkat lunak Surpac 6.3. Model blok yang merupakan satu set poin dalam ruang yang mengandung nilai estimasi, Produk akhir yang penting dari estimasi adalah model blok Salah satu metode untuk memperkirakan nilai pada titik-titik dalam model ini dikenal sebagai *Metode Inverse Distance Weighting (IDW)*.

Penaksiran Cadangan Menggunakan Surpac 6.3 dengan *Metode Inverse Distance Weight (IDW)*. Menggunakan bantuan perangkat lunak Surpac, untuk dapat melakukan penaksiran cadangan menggunakan Surpac dibutuhkan data-data yang akan diolah yaitu :

- Data topografi berasal dari pengukuran lapangan yang mencakup koordinat (timur, utara) dan ketinggian.
- Data pemboran *Collar* meliputi nama, koordinat, elevasi, kedalaman dan lubang bor.
- Data pemboran *geology*, yang meliputi : nama titik bor, kode sampel tiap interval, kedalaman awal dan kedalaman akhir dari tiap sample, serta deskripsi *lithology* masing-masing interval sample.
- Data pemboran *Survey*, yang meliputi : nama titik bor, koordinat titik bor, kemiringan lubang bor, serta arah lubang bor.

- Data bor *Assay*, terdiri dari data hasil analisis dari masing-masing sampel, yang mencakup kandungan unsur dan kadarnya, dan data litologi yang hilang dari data *assay*.

Pemodelan dan cadangan mineral menggunakan model komputer biasanya menggunakan model blok teratur, dimana cebakan pemotongan didaerah sekitarnya terbagi menjadi unit yang lebih kecil atau blok dengan ukuran tertentu. Kedalaman penambangan yang tinggi dengan karakteristik umum dari blok yang tinggi. Setiap blok memiliki karakteristik tertentu, seperti jenis batuan, alterasi, mineralisasi, kadar, dan kode topografi.

Surpac menangani semua persyaratan ahli geologi, surveyor, dan insinyur pertambangan di sektor sumber daya dan cukup fleksibel untuk disesuaikan untuk setiap komoditas, sumber penambangan dan metode penambangan. Kemampuan multi lingual memungkinkan perusahaan di seluruh dunia untuk mencapai solusi yang sama.

Adapun langkah-langkah menggunakan program surpac 6.3 untuk menghitung cadangan yaitu sebagai berikut :

a. Database

Pemodelan geologi dimulai dengan mengintegrasikan data lapangan, yang terdiri dari titik koordinat lokasi penelitian, ke dalam peta topografi. Kemudian pembentukan topografi menjadi penampang tiga dimensi dilakukan melalui proses triangulasi, yang berarti terbentuknya bidang antara garis kontur dari setiap sisi, menciptakan bentuk penampang tiga dimensi. Sesudah pembuatan peta topografi, berlanjut ke pengolahan data pemboran yang meliputi: data *assay*, collar, geology dan survey.

Hasil pengolahan data lubang bor menghasilkan gambar log bor yang menunjukkan titik bor dan kadar bijih. Gambar ini digunakan untuk menentukan arah penyebaran bijih dan menentukan daerah yang layak untuk ditambang.

Evaluasi lebih lanjut untuk mengetahui jumlah cadangan yang dapat ditambang di daerah penelitian dilakukan secara detail, sehingga diharapkan dapat menghasilkan jumlah cadangan bijih yang dapat ditambang cukup besar untuk memenuhi target produksi.

Pemodelan geologi selanjutnya melibatkan pembuatan *ore body* untuk menghitung jumlah bijih yang layak untuk ditambang, dan kemudian membuat blok model atau profil cadangan.

b. Desain

Setelah mendapatkan area dengan rasio stripping yang telah ditetapkan, desain pit penambangan dibuat menggunakan salah satu alat yang tersedia di surpac 6.3. Daerah-daerah tersebut kemudian membentuk blok-blok penambangan dengan penamaan misal: Blok 01, Blok 02, dan seterusnya. Setiap blok-blok tersebut dibatasi oleh poligon dengan luasan yang berbeda-beda.

Batas luas wilayah penambangan, Dengan menggunakan Arcmap, batas elevasi (pit limit) dan penambangan data dapat dihitung. Dengan menggunakan data ini, desain pit penambangan secara keseluruhan dapat dibuat dan jumlah cadangan dapat ditarik dengan rasio pengupasan yang telah ditetapkan. Tujuan dari penaksiran cadangan awal adalah untuk menaksir jumlah cadangan yang dapat ditambang dengan *stripping rasio* yang sesuai dan mendapatkan data tentang penyebaran yang tersebar. Kualitas data yang dihasilkan dari analisis data laboratorium *coring* pemboran eksplorasi menentukan distribusi data tersebut.

1) Tahapan mendesain Tambang (Pit)

Beberapa Tahapan membuat desain Pit menggunakan perangkat lunak surpac 6.3 pada daerah penelitian khususnya pit blok Mangrove PT. Indrabakti Mustika yaitu :

- Pembuatan database
- Pembuatan boundary pit dari titik bor pada database
- Membuat batas litologi dari masing-masing lubang bor
- Pembuatan blok model untuk mengestimasi cadangan dari pit guna mengetahui stripping ratio dari pit yang akan didesain.
- Membuat desain pit dengan terlebih dahulu membuat bottom pit atau batas akhir kedalaman dari pit yang didesain dari pit bottom ini kemudian dilakukan perluasan pada pit dengan radius setengah dari jarak antar lubang bor.

- Membuat desain pit dengan menggunakan data geometri jenjang dan sesuai dengan kemiringan jenjang yang telah ditentukan sampai pada pit limit atau batas akhir penambangan.

2) Syarat Pembuatan Desai Pit Menggunakan Aplikasi Surpac 6.3

Adapun syarat-syarat yang umum dalam mendesain sebuah pit, yaitu :

- Data yang digunakan harus valid (*survey, collar, assay, geologi*)
- Sebelum mendesain pit terlebih dahulu harus membuat database sampai pembuatan boundary dan blok model sesuai dengan tahapan pembuatan desain.
- Data geometri jenjang harus diketahui berdasarkan dengan aturan pembuatan jenjang dan kondisi lapangan tambang.

2.2.9. Pengupasan Tanah Penutup (Overburden)

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengupas tanah penutup, antara lain:

a. *Back filling digging method*

Dengan metode ini, tanah penutup dibuang ke tempat pembuangan bekas penambangan atau ke lokasi yang tidak memiliki lapisan bijih. Metode ini digunakan untuk tanah penutup yang memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Tidak diselingi oleh berlapis-lapis endapan bahan galian
2. Tanah atau batuan lunak
3. Letaknya mendatar

b. Sistem jenjang

Metode pengupasan lapisan tanah penutup dengan sistem jenjang (*benching*). Metode ini digunakan saat pengupasan lapisan tanah penutup dan saat membuat jenjang.

Sistem ini berfungsi untuk:

1. Tidak diselingi oleh berlapis-lapis endapan bahan galian
2. Tanah penutup yang tebal
3. Bahan galian yang cukup tebal

c. *Multi bucket excavator system (BWE)*

Tanah penutup di buang ke lokasi yang telah digali sebelumnya atau ke tempat pembuangan khusus. Caranya yaitu dengan mempergunakan Metode *Bucket*

Wheel Excavator (BWE) metode ini cocok untuk material yang lembut dan tidak lengket.

d. *Drag scrapper system*

Sistem pengupasan ini cocok untuk tanah penutup lunak dan lepas. namun, tanah penutup dapat diambil terlebih dahulu sebelum bahan galian tambang diambil.

e. Konvensional

Cara ini menggunakan kombinasi alat-alat transmisi tanah mekanis (alat gali, muat, dan angkut), seperti bulldozer, backhoe, dan trukjungkit. Dengan cara ini, tanah penutup dapat digali langsung dengan alat gali muat, sedangkan material keras dapat memerlukan alat garuk (*ripper*) atau pemboran dan peledakan untuk membongkar tanah penutup, kemudian dimuat dengan alat muat ke alat angkut khusus. Pada penelitian ini menggunakan metode konvensional dan *back filling*.

2.2.10. *Cut off Grade* (COG)

Cut off grade di bagi menjadi dua pengertian yaitu :

- a. Kadar endapan bahan galian terendah yang masih menguntungkan apa bila ditambang.

Kadar rata-rata bahan galian terendah yang masih memberikan keuntungan apa bila ditambang (dilakukan proses pencampuran atau *blending*).*Cut off grade* akan menentukan batas-batas cadanga. Agar dapat dihitung besar cadangannya.

2.2.11. Rumus Volume Dan Perhitungan Tonase

Volume dan tonase dari masing-masing *litology* dapat di estimasikan dengan menggunakan persamaan atau rumus sebagai berikut (Mc.Kelvey dalam Zaenal A.K 2010):

Rumus berikut dapat digunakan untuk menghitung volume.:

$$V = a \times t$$

Keterangan:

V = volume cadangan

a = luas penampang

t = tebal bijih dari tiap penampang (kedalaman)

Untuk menghitung tonase di gunakan rumus sebagai berikut:

$$\mathbf{T = V \times D}$$

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

Dimana:

T = Tonase (ton)

V = Volume (m³)

D = Density / Berat jenis material (ton/m³)

2.2.12. Stripping Ratio (Nisbah Pengupasan)

Nisbah pengupasan atau *stripping ratio* adalah perbandingan antara volume lapisan tanah penutup dengan jumlah tonase yang diharapkan. Nisbah pengupasan yang paling menguntungkan dari penambangan terbuka dapat diukur pada ketinggian tertentu (Thompson, 2005). Tambang batubara biasanya menggunakan m³ waste/ton batubara, sementara penambangan bijih biasanya menggunakan ton waste/ton ore.

$$SR = \frac{\text{Ton waste}}{\text{Ton ore}} \quad \text{atau} \quad SR = \frac{\text{Ton waste}}{\text{Ton BatuBara}} - 1$$

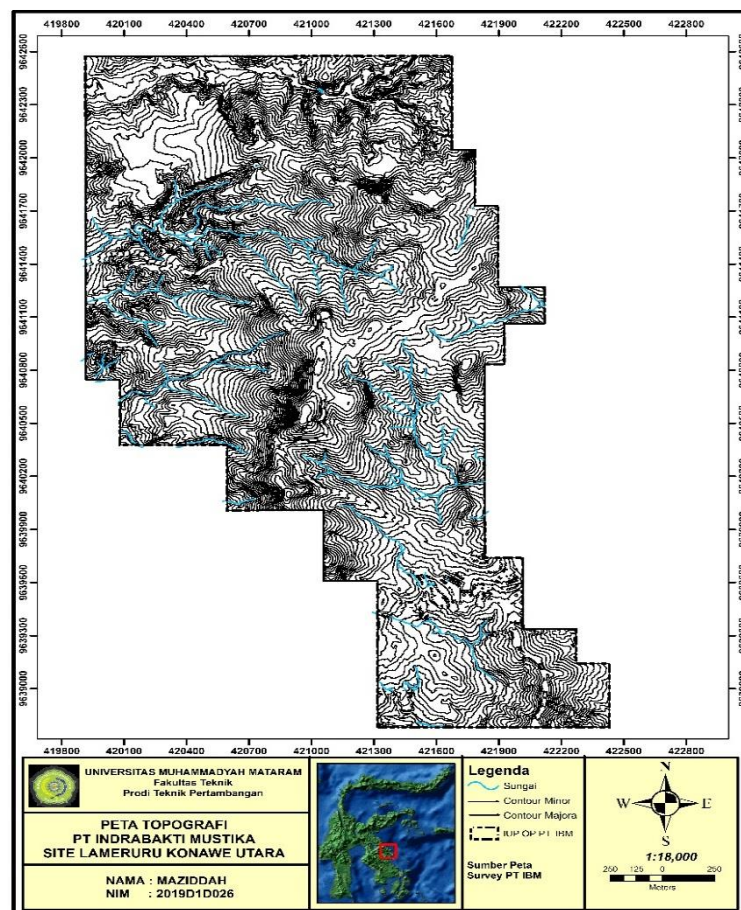
Menambang dengan batasan BESR tidak menghasilkan keuntungan atau kerugian. Menambang dengan ketentuan rasio pengupasan yang lebih kecil dari BESR menghasilkan keuntungan, dan keuntungan yang diperoleh semakin besar jika ketentuan rasio pengupasan yang diterapkan lebih kecil. Sebaliknya, menambang dengan ketentuan rasio pengupasan tanah yang lebih besar dari BESR maka akan mengalami kerugian dan semakin besar rasio pengupasan yang diterapkan maka kerugian yang diderita pun akan semakin besar. (Alpiana, 2011).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Dan Waktu Penelitian

3.1.1. IUP Daerah Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di PT. Indrabakti Mustika. Perusahaan ini bergerak di bidang pertambangan yang melakukan kegiatan penambangan bijih nikel, pada Wilayah Izin Usaha Pertambangan berada di Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara yang terletak pada koordinat $122^{\circ}16'43,9''$ - $122^{\circ}18'11,9''$ BT dan $3^{\circ}13'54,8''$ - $3^{\circ}16'7,1''$ LS dengan luas sebesar 576 Ha.



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 3.1 IUP PT.Indrabakti Mustika

3.1.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari tanggal 27 Agustus 2023 - 10 November 2023.

Tabel 3.1 Pelaksanaan Penelitian

Kegiatan	Bulan											
	Agustus			september			oktober			November		
Persiapan												
Orientasi Lapangan												
Pengambilan Data												
Pembuatan Laporan												

3.2. Jenis Penelitian dan Sumber Data

3.2.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah kuantitatif, artinya mengubah data kualitatif menjadi data kuantitatif. Selain itu, tujuan penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran fakta-fakta dan fenomena yang disimpan secara sistematis, faktual, dan akurat. Oleh karena itu, metode deskriptif digunakan dalam penelitian ini.

Metode deskriptif menggambarkan atau menganalisis hasil penelitian, tetapi tidak digunakan untuk membuat kesimpulan yang lebih luas (Sugiyono, 2005).

3.2.2. Sumber Data

Dalam metode penelitian ada tiga sumber data, yang di gunakan diantaranya sebagai berikut:

a. Studi literatur

Yaitu dengan mencari dan mempelajari buku-buku literature yang berkaitan dengan penelitian dan mempelajari peraturan-peraturan yang berkaitan.

b. Metode pengamatan / observasi

- 1) Dari segi pelaksanaan pengumpulan data observasi dapat di bedakan menjadi dua, tetapi peneliti menggunakan observasi non partisipan yaitu

dalam observasi peneliti terlibat langsung dengan aktifitas orang-orang yang sedang di amati, maka dalam observasi non partisipan peneliti tidak terlibat dan hanya sebagai pengamat independen

- 2) Dari segi instrumentasi yang digunakan, observasi dibedakan menjadi dua, tetapi peneliti hanya menggunakan observasi terstruktur yaitu observasi yang telah di rancang secara sistematis, tentang apa yang akan di amati, kapan dan dimana tempatnya.

c. Metode Interview/ Wawancara

Menurut Sugiyono, 2011 Wawancara di gunakan sebagai metode pengumpulan data apabila peneliti melakukan studi pendahuluan untuk mengidentifikasi masalah yang perlu diteliti. Selain itu, peneliti ingin mengetahui lebih banyak tentang responden dan jumlah responden yang lebih kecil atau lebih besar.

Baik wawancara terstruktur maupun tidak terstruktur dapat dilakukan, tetapi wawancara tidak terstruktur adalah wawancara yang bebas di mana peneliti tidak menggunakan pedoman wawancara yang disusun secara sistematis untuk mengumpulkan data secara sistematis.

Adapun wawancara secara tidak terstruktur yang dilakukan peneliti:

- a. Faktor-faktor apa saja yang harus dipertimbangkan dalam merancang tambang (PIT)?
- b. Bagaimana pendapat anda tentang perancangan tambang (PIT)?

3.3. Pengumpulan Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini, diperoleh dari mempelajari teori- teori yang berhubungan dengan masalah yang akan dibahas dilapangan melalui buku-buku/literatur, selain itu juga mempelajari penelitian yang dilakukan sebelumnya berupa skripsi atau laporan perusahaan dan melakukan pengamatan langsung.

Adapun data yang akan diperoleh terdiri atas :

3.3.1. Data primer

Data primer adalah data yang langsung di peroleh dari lapangan dan pengumpulan data pada objek yang akan di teliti. Adapun data yang termasuk dalam data primer dalam penelitian yaitu :

- a. Data Topografi (easting, northing, elevasi)
- b. Data Survey titik bor (Hole_id, Max_dapt, Dip, Azimuth)
- c. Data Geolog titik bor (hole id , from, to, lithology)
- d. Data Collar titik bor (hole id, easting, northing, elevasi, Max_Dapt)
- e. Data Assay (hole id, from, to, Ni, dan Fe)

3.3.2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang sudah tersedia sehingga kita tinggal mengolahnya.

Adapun data yang di pakai sebagai sumber data.data tersebut antara lain:

- a. Density Ore.
- b. Data geologi berupa peta topografi, geologi regional, geologi local, litologi dan stratigrafi.
- c. Data Geometri Lereng.
- d. *Cut Off Grade (COG)* yang diterapkan di perusahaan.
- e. Peta Izin Usaha Pertambangan (IUP) PT. Indrabakti Mustika.

3.4. Pengolahan Data

Setelah data dan informasi dikumpulkan melalui kegiatan observasi lapangan dan pengumpulan data primer dan sekunder, data sebelumnya disusun kembali dengan teknik pengolahan data agar dapat digunakan sebagai informasi untuk memecahkan masalah yang dibahas dalam penelitian ini.

Adapun metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang dibutuhkan seperti data hasil pemboran dan hasil analisis kadar nikel dari hasil pemboran dalam bentuk Software Microsoft Office 2016.

Data-data tersebut adalah sebagai berikut :

- a. Data Hasil Pemboran
 - 1) Data yang mencakup analisis hasil kadar nikel
 - 2) koordinat dan elevasi titik bor
 - 3) profil litologi nikel laterit
 - 4) Data total kedalaman titik bor
 - 5) Data Topografi
 - b. *Cut Off Grade* (COG) yang diterapkan di perusahaan
 - c. *Density*
 - d. Data Geometri Lereng
2. Pembuatan database dan *ore body* (*blok model*) untuk mengetahui hasil pemboran dan endapan nikel dengan metode *Inverse Distance Weighting* menggunakan surpac 6.3.
 3. Melakukan perhitungan cadangan dengan *Cut of Grade* 1,20% dari hasil rekomendasi perusahaan.
 4. Membuat desain pit penambangan sesuai dengan bentuk endapan (ore), sehingga batas penambangan (pit limit) pit Mangrove dapat diketahui dengan menggunakan rekomendasi kedalaman penelitian.
 5. Menghitung cadangan tertambang dari hasil desain pit penambangan, maka dilakukan perhitungan cadangan tertambang untuk mengetahui berapa endapan bijih yang terambil dari design pit penambangan disamping itu dilakukan juga perhitungan *Stripping Ratio* untuk mengetahui berapa jumlah *overburden* yang terambil.

3.5. Analisis Data

Dalam penelitian, ada dua perspektif yang dapat digunakan untuk menganalisis kuantitatif, analisis kuantitatif secara deskriptif dan analisis kuantitatif secara inferensial. Yang pertama menggunakan statistik deskriptif, sedangkan yang kedua menggunakan statistik inferensial. Baik metode yang

digunakan untuk menganalisis maupun tujuan yang diharapkan analisis dari kedua jenis statistik ini berbeda. (lihat Sudijono: 1987:4).

Penelitian ini menganalisis data deskriptif kuantitatif. Sesuai namanya, deskriptif hanya akan menjelaskan keadaan suatu gejala yang telah direkam dengan alat ukur dan kemudian diolah sesuai dengan fungsinya. Selanjutnya, hasil pengolahan tersebut disajikan dalam bentuk angka, sehingga lebih mudah dipahami oleh mereka yang membutuhkan informasi tentang gejala tersebut.

Oleh karena itu, hasil pengolahan data dengan statistik ini hanya mencapai deskripsi dan tidak mencapai aplikasi luas dengan kata lain, statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk mengorganisasi dan menganalisis data angka untuk memberikan gambaran tentang suatu gejala, peristiwa, atau keadaan secara teratur, ringkas, dan jelas sehingga pengertian atau makna tertentu dapat ditarik kembali.

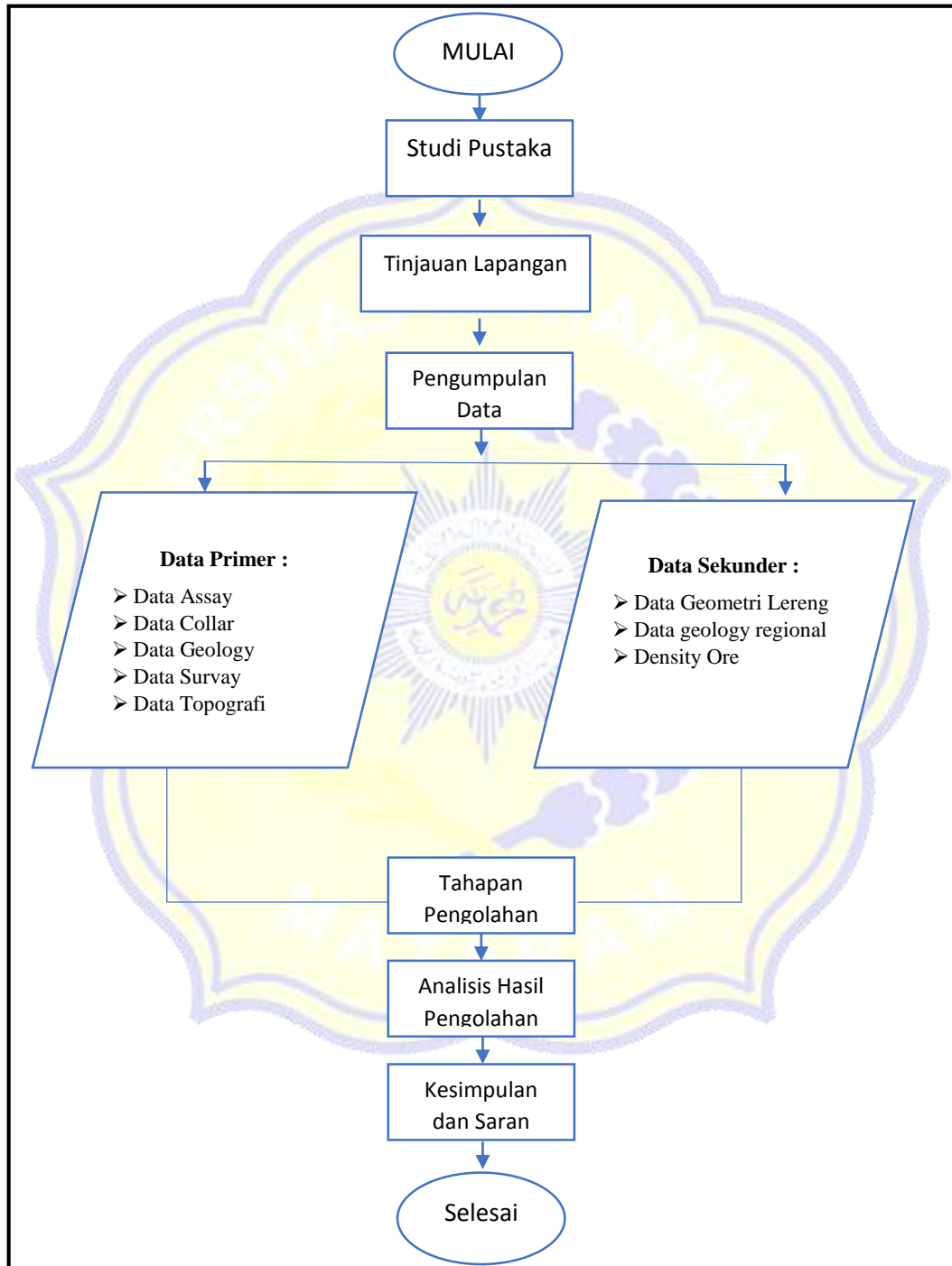
Data yang sudah didapatkan kemudian akan diolah dari data excel dengan format *comma separated values* (csv). Data yang dimaksud yaitu data survey yang berisi data posisi/kordinat lubang bor berupa *Northing*, *Easting*, dan elevasi. Data diatas akan dimasukkan dan diolah kedalam software Surpac 6.3 untuk keperluan desain pit.

3.6. Kesimpulan dan Saran

Setelah data-data di olah dan di analisis, kemudian hasil dari analisis data tersebut di simpulkan apakah perhitungan cadangan berdasarkan desain pit dan nilai striping ratio sesuai dengan standar perusahaan.

3.7. Bagan Alir Penelitian

Tahapan proses yang dilakukan dalam penelitian ini digambarkan dalam diagram alir pada gambar sebagai berikut :

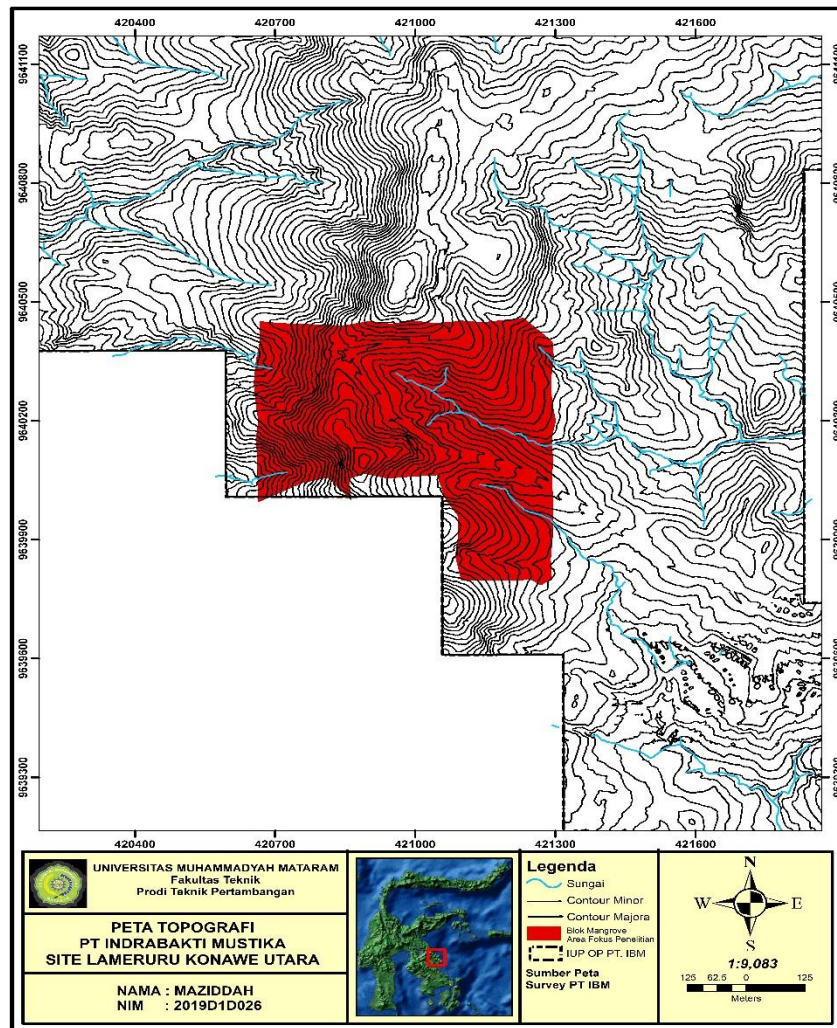


Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Data Hasil Penelitian

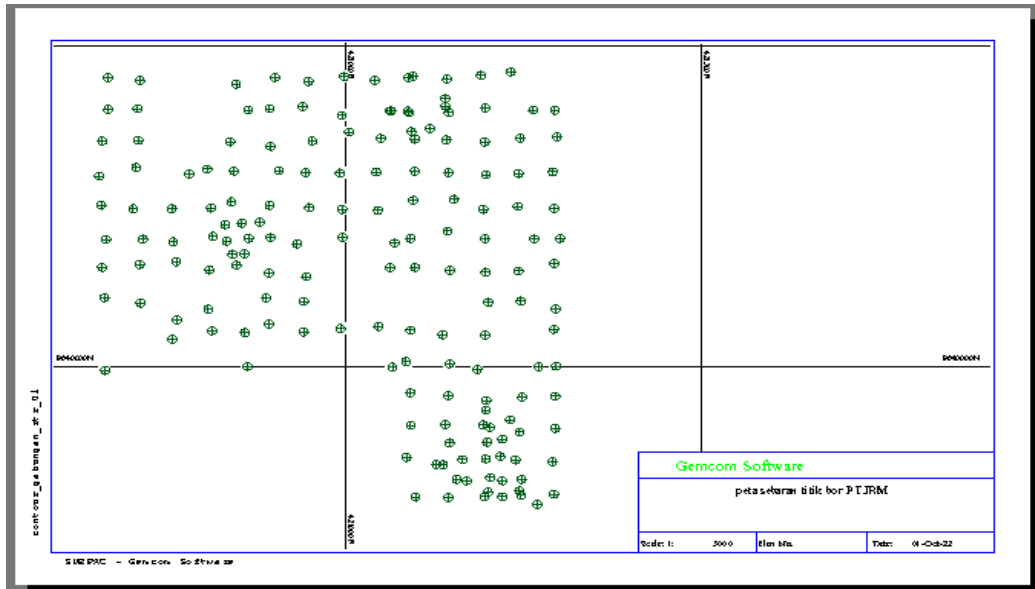


Sumber :Peneliti 2023.

Gambar 4.1 Peta Topografi

Salah satu jenis peta, peta topografi, memiliki ciri khusus yang menunjukkan keadaan bentuk, penyebaran rona muka bumi, dan dimensinya dengan ditandai adanya skala besar dan lebih detail. Garis kontur, yang merupakan kombinasi dari dua segmen garis yang berhubungan tetapi tidak berpotongan,

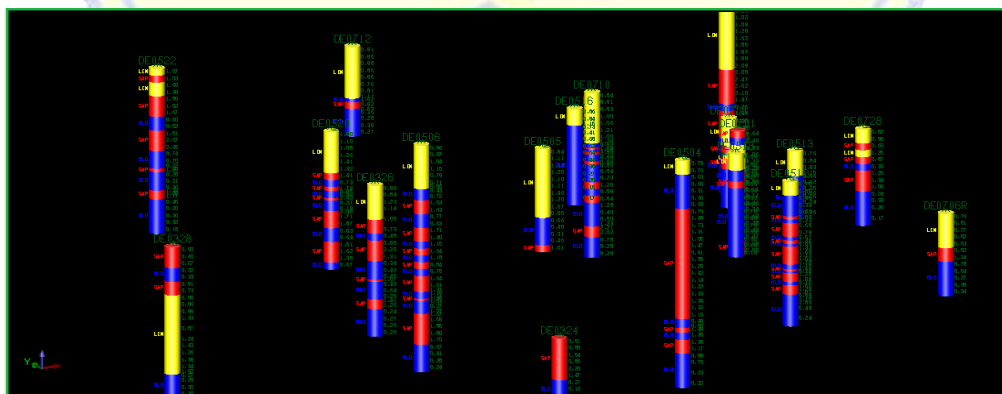
merupakan titik elevasi pada peta topografi, dan peta topografi biasanya terdiri dari dua atau lebih peta yang digabungkan untuk membentuk keseluruhan peta.



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 4.2 Peta Penyebaran Titik Bor

Berdasarkan gambar di atas dapat di lihat sebaran titik bor hasil pemboran, diketahui ada 3 lithology atau zona yang terdapat pada Blok Mangrove yaitu zona limonit, saprolit, dan bedrock. Pemboran dilakukan dengan spasi yang acak karena keadaan topografi dengan jumlah seluruh lubang bor sebanyak 169 titik dengan kedalaman yang bervariasi kedalam lubang bor yang paling dalam 44 meter dari permukaan tanah.



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 4.3 Gambar lapisan lithogy

Berdasarkan gambar di atas dapat di lihat *start section* dari Hole ID DE0112 sampai dengan Hole ID DE3122. Sebagai gambaran perlapisan domain dari data hasil pemboran, diketahui ada 3 *lithology* atau zona yang terdapat pada *Blok Mangrove* yaitu zona limonit, saprolit, dan bedrock.

Dimana pada zona limonit kandungan nikel laterit berada pada sedang antara 1%-1,4%, dan penampang zona saprolit dengan kandungan nikel laterit bertambah keseluruhan 2%-4%, Terdapat garnierite, vena, mangan, dan serpentinit di zona ini, tetapi hanya sedikit magnesium dan silikat yang ditemukan dalam data pemboran Blok Mangrove. Penampang batuan dasar bagian bawah dari nikel laterit terdiri dari bongkahan batuan besar, sehingga tidak ada Ni di zona ini.

a. *Data Assay*

Data assay adalah data yang berisi informasi tentang kadar tiap lubang bor berdasarkan analisis laboratorium. Biasanya, data ini digabungkan dengan komposisi data untuk ketinggian tertentu untuk penaksiran kadar blok data assay dapat di lihat pada halaman 59 lampiran.

b. *Data collar*

Data *collar* merupakan data yang berisi informasi mengenai koordinat titik bor. Data ini memastikan letak titik bor tidak melenceng jauh jika di input ke dalam software (aplikasi) data *collar* tersebut dapat di lihat pada halaman 58 lampiran 1.

c. *Data Geology*

Data geologi berisi informasi tentang lapisan zona (over buarden, limonit, saprolit, dan bedrock). Unsur Ni pada lapisan atas sangat rendah dan biasanya naik ke dalam hingga mencapai zona saprolit dan kemudian turun ke zona batuan dasar dapat di lihat pada halaman 60 lampiran 1.

d. *Data Survey*

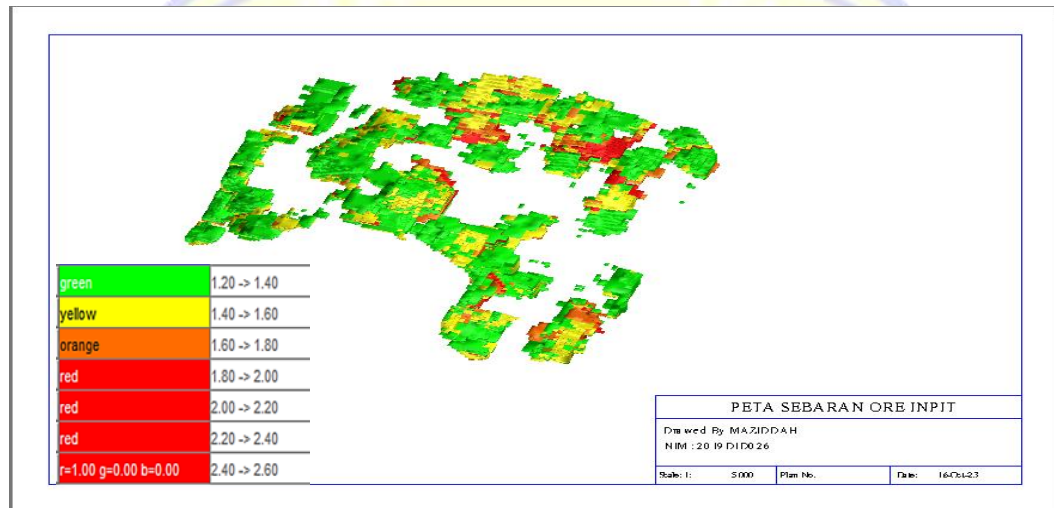
Survey data mencakup informasi tentang kemiringan lubang bor, sehingga dalam lubang bor yang dimunculkan dalam aplikasi sama seperti lubang bor yang ada di lapangan data *survey* tersebut dapat di lihat pada halaman 61 lampiran 1.

e. Data Topografi

Data topografi adalah data yang dapat memperlihatkan sesuatu keadaan bentuk permukaan bumi dan dimensinya data topografi tersebut dapat di lihat pada halaman 57 lampiran 1.

4.1.2. Hasil Estimasi Cadangan

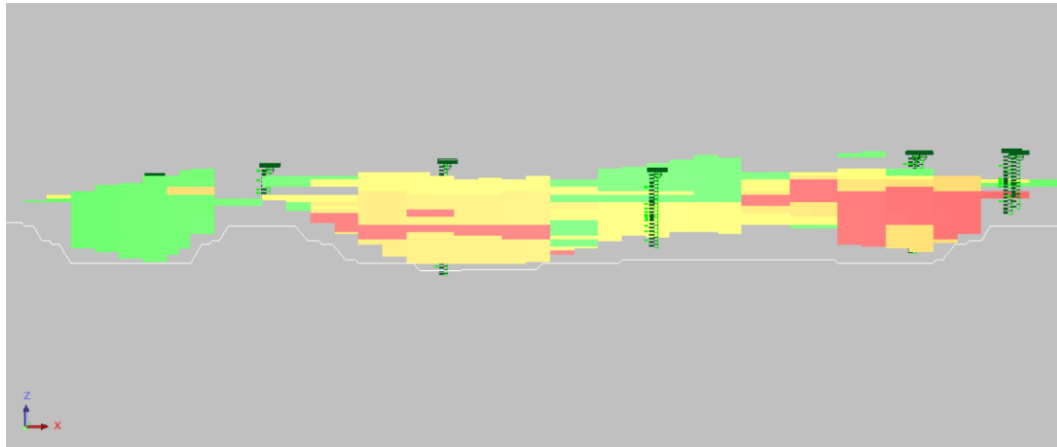
Dari hasil perhitungan cadangan maka didapatkan pemodelan atau bentuk cadangan dimana hasil ini mengacu pada data analisis kadar. Parameter perhitungan ini beragam di antaranya ketebalan bijih (*ore thickness*), kadar (*grade*), dan massa jenis (*density*). Pemodelan ini lanjutan dari sumberdaya tetapi mengacu pada *Cut Of Grade* 1.20% \geq Up%.



Sumber :Peneliti 2023

Gambar 4.4 Peta Sebaran ore

Berdasarkan gambar di atas dapat lihat peta sebaran ore dengan metode IDW yang telah di olah menggunakan *software* surpac 6.3 dengan COG (*Cut Off Grade*) Ni 1.20%. Distribusi kadar Ni 1.20%-1.40% hampir menyebar keseluruhan bagian blok mangrove, dan grade 1.40%-1.60% sebarannya di bagian utara dan selatan blok mangrove saja, sedangkan grade 1.60%-1.80% hanya sedikit menyebar di bagian utara dan selatan blok, grade 2.00%-Up sebarannya di bagian utara blok mangrove.



Sumber :Peneliti 2023

Gambar 4.5 Penampang Material ore

Pada gambar di atas dapat di lihat sebaran ore dalam bentuk 2d agar terlihat jelas bentuk dan sebaran ore sesuai dengan gambar sebaran ore 3d di atas, satu tarikan garis drill hole untuk mewakili semua sebaran ore dengan distribusi kadar Ni 1.20%-2.00% dengan warna yang berbeda sesuai nilai dari kadar Ni.

Tabel 4.1 Hasil Estimasi/Penaksiran Cadangan dan Waste

Blok Mangrove	Volume (BCM)	Tonnes (MT)	Density (Kg/m3)	Area (Ha)
Waste	127.503,906	205.536,30	1.612	32.52
Ore Limonite	212.246,096	342.140,71		
Waste	270.486,328	436.023,97		
Ore Saprolite	392.597,65	632.867,41		
Total Waste	3.979.902,34	6.415.602,57		
Total Ore	2.515.058,61	4.054.274,47		

Sumber : Peneliti 2023

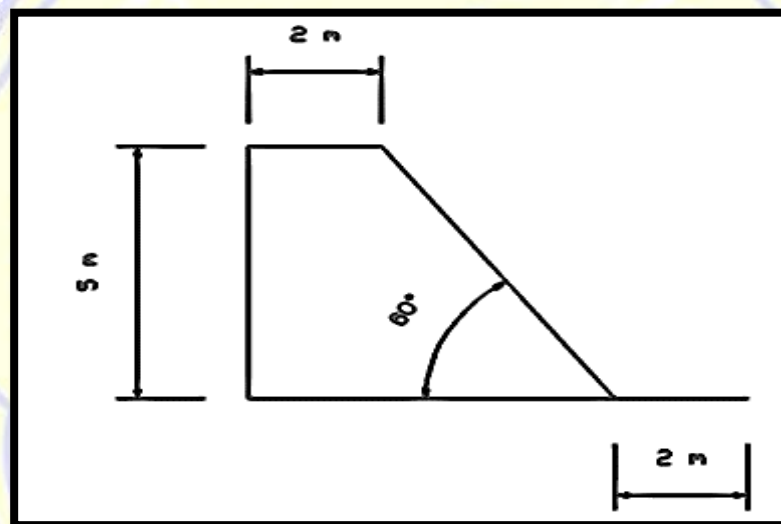
Dari hasil estimasi pemodelan endapan nikel di blok mangrove di dapatkan nilai waste limonite 205.536,30 ton dan ore limonite 342.140,71 ton, sementara nilai waste dari saprolite 436.023,97 dan nilai ore saprolite 632.867,41 ton. Dan

total keseluruhan ore yang di dapatkan dari blok mangrove yaitu dengan total cadangan 4.054.274,47 ton (Tabel 4.1)

4.2. PEMBAHASAN

4.2.1. Desain Pit Penambangan

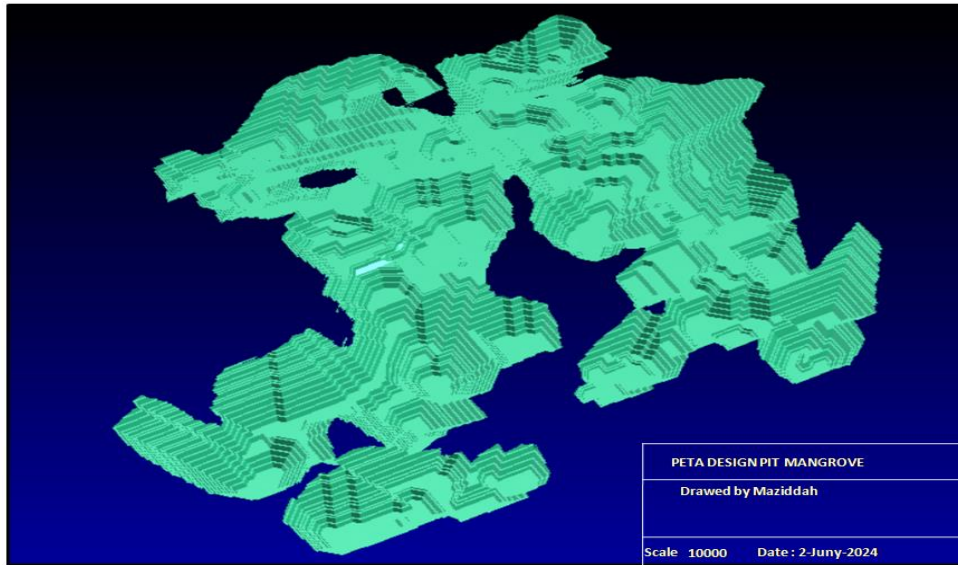
Desain pit dilakukan hanya sebatas dalam pembuatan model pit yang berupa geometri lereng dan batas penambangan (pit limit). Parameter dalam mendesign pit penambangan adalah geometri lereng yang aman. Berdasarkan kemantapan lereng yang direkomendasikan oleh perusahaan, geometri lereng yang digunakan untuk mendesign pit penambangan yaitu tinggi lereng 5 meter, Lebar bench 2 meter mengikuti arah sebaran bijih nikel dan sudut kemiringan bench 60° sebagai berikut:.



Sumber :Peneliti 2023

Gambar 4.6 Geometri lereng

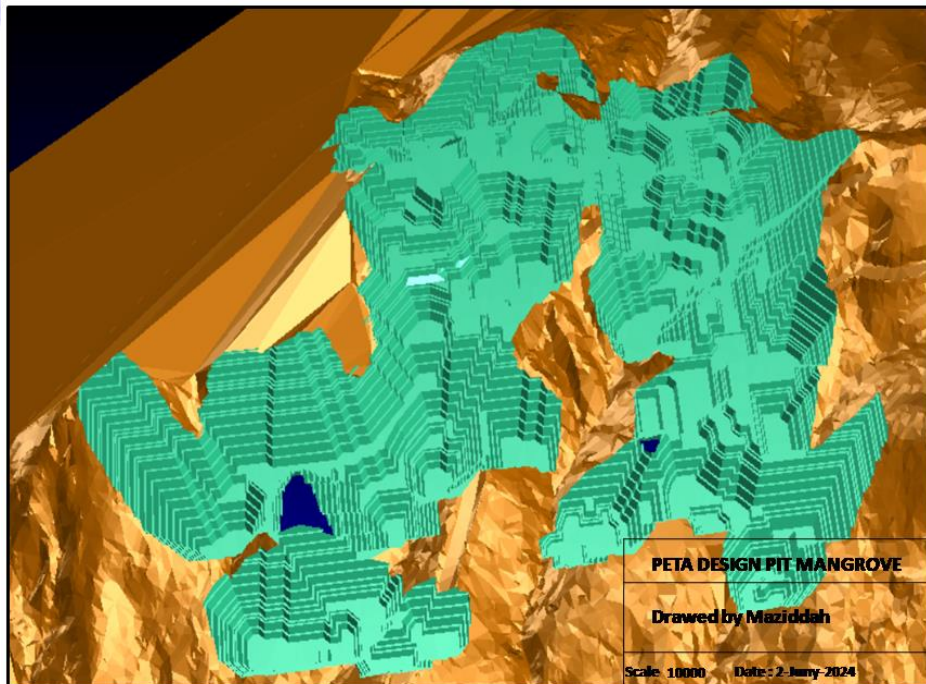
Design pit yang dibuat akan digunakan dalam perhitungan untuk menghasilkan cadangan dan *overburden* yang akan dikupas. Hasil design pit pada blok mangrove menggunakan software surpac 6.3 dapat di lihat pada (Gambar 4.7) sebagai berikut:



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 4.7 Design Pit Mangrove

Gambar di bawah ini menunjukkan hasilnya design pit blok mangrove dalam bentuk topografi. Design pit dalam bentuk topografi ini di rancang agar terlihat jelas letak sebaran ore dalam topografi, sesuai dengan design pit yang telah di buat pada gambar (Gambar 4.8).



Sumber : Peneliti 2023

Gambar 4.8 Topografi dan Design Pit Mangrove

4.2.2. Perhitungan Jumlah Cadangan dan Waste

Dari hasil perhitungan cadangan dan waste pada pit mangrove di dapatkan nilai waste dari limonite 1.453.192,81 ton dan ore limonite 732.483,99 ton sedangkan nilai waste dari saprolite 2.105.108,28 ton dan ore dari saprolite 2.987.615,33 ton. Maka hasil penambangan di dapatkan cadangan tertambang Ni dengan total cadangan 3.720.099,32 ton dengan pembongkaran waste 3.558.301,09 ton dapat di lihat pada (Tabel 4.2) sebagai berikut:



Tabel 4.2 Jumlah Cadangan dan Waste Pada Pit Mangrove

Material Class	Density (Kg/m3)	Profil	Volume (BCM)	Tonnes (MT)	Avg Ni (%)	Avg Fe (%)	Avg Co (%)	Avg Mgo (%)	Avg Sio2 (%)	Avg CaO (%)	Avg Al2O3 (%)	Area (Ha)
Waste	1.612	LIM	901.484,38	1.453.192,81	0.74	24.61	0.09	4.28	14.84	0.27	7.11	32.52
Ore Limonite			454.394,53	732.483,99	1.43	28.09	0.09	8.34	23.29	0.47	7.46	
Waste Saprolite		SAP	1.305.898,46	2.105.108,28	0.74	19.96	0.07	7.83	22.03	0.59	5.95	
Ore Sprolite			1.853.359,40	2.987.615,33	1.48	21.32	0.07	12.36	31.11	0.66	5.23	
Sub Total Waste			2.207.382,84	3.558.301,09	0.74	21.86	0.07	6.38	19.09	0.46	6.43	
Sub Total Ore			2.307.753,93	3.720.099,32	1.47	22.65	0.07	11.56	29.57	0.63	5.67	
Grand Total			4.515.136,77	7.278.400,41	1.11	22.26	0.07	9.03	24.45	0.54	6.04	

sumber : Peneliti 2023

4.2.3. Stripping Ratio

Stripping Rasio (SR) adalah perbandingan antara volume massa batuan yang akan diambil dan volume batuan yang akan dibongkar dalam satuan ton per ton. Oleh karena itu, setelah mengetahui nilai SR, SR dari lokasi yang sudah memenuhi syarat COG akan diperiksa lagi. Jika SR lebih besar dari yang ditentukan oleh perusahaan, lokasi tersebut tidak layak ditambang.

Penentuan *Stripping Ratio* menentukan daerah penelitian apakah layak untuk di tambang atau tidak. Untuk menentukan nilai *Stripping Ratio* dari lokasi penelitian harus diketahui jumlah satuan volume *Over Burden* yang diterapkan di lokasi penelitian, data tersebut diambil langsung di perusahaan yang kemudian digunakan untuk menghitung nilai *stripping ratio* adapun data-data tersebut adalah:

- Ton Waste = 3.558.301,09 ton
- Ton ore = 3.720.099,32 ton

Maka *Stripping Ratio* adalah

$$SR = \frac{\text{Jumlah Waste (ton)}}{\text{Jumlah Ore (ton)}}$$

$$SR = \frac{3.558.301,09}{3.720.099,32} = 0,96$$

Jadi SR = 0,96 : 1

Perbandingan antara volume *overburden* yang harus dibuang untuk mendapatkan 1 ton *ore* di lakukan pengupasan *overburden* sebesar 0,96 ton, dengan nilai standar SR dari perusahaan harus di bawah 2,00 ton atau 2:1.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Pada bagian akhir dari skripsi ini, peneliti akan mengemukakan beberapa kesimpulan dan saran yang di dasarkan pada hasil penelitian, pengamatan, dan perhitungan. Berdasarkan hasil pengolahan dan analisis data, peneliti menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Parameter dalam mendesign pit penambangan adalah geometri lereng yang aman, geometri lereng yang di gunakan untuk mendesign pit Mangrove yaitu dimensi lereng dengan tinggi bench 5 meter, lebar bench 2 meter dengan sudut kemiringan 60° , sebanyak 30 lereng.
2. Dari hasil design pit Mangrove maka di dapatkan jumlah Overburden yang dikupas yaitu 3.558.301.09 ton dan jumlah cadangan tertambang Ni pada Pit Mangrove dengan total cadangan yaitu 3.720.099.32 ton.
3. *Stripping Ratio* (SR) dari standar yang paling maksimal 2:1 yg ditargetkan, untuk *stripping ratio* (SR) dari pembuatan desain pit Mangrove, perbandingan antara volume Overburden yang harus di buang untuk memperoleh endapan bijih (SR) adalah sebesar 0.96 ton. Maka pada pit Mangrove layak untuk di tambang.

5.2. SARAN

Adapun saran pada penelitian ini antara lain :

1. Pada daerah penelitian sebaiknya dilakukan pemboran dengan jarak/spasi titik bor yang sama, untuk menghindari terjadinya estimasi yang berlebihan (*over estimate*). Dengan Mengingat penyebaran bijih yang tidak merata maka, untuk meningkatkan tingkat kepercayaan terhadap data hasil perhitungan sebaiknya spasi bor ditingkatkan ke spasi 25 meter.
2. Berdasarkan dari hasil penelitian dan olah data dengan metode yang dianalisis, peneliti menyarankan bahwa sebaiknya metode Inverst Distance Weighting lebih efektif digunakan dalam estimasi cadangan karena metode IDW dalam

mengestimasi sumber daya dan cadangan memiliki kelebihan berupa jumlah titik yang berpengaruh dalam blok. Dalam kasus di mana perhitungan metode IDW didasarkan pada titik data yang paling dekat dengan titik yang ditaksir, titik data yang lebih jauh akan menerima pengaruh yang lebih kecil.



