

Rancangan Teknis Penambangan Bijih Nikel di PT Tiran Indonesia Kecamatan Langgikima Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara

Erghiza Tribiani*, Zaenal, Noor Fauzi Isniarno

Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

*erghiza.tri30@gmail.com, zaenal@unisba.ac.id,
noor.fauzi.isniarno@unisba.ac.id

Abstract. PT Tiran Indonesia is mining industries company which is engaged in the mining of nickel ore deposits which have a mining area in Langgikima Subdistrict, North Konawe Regency, Southeast Sulawesi Province. The company plans to open new pits in the Block 2 area to meet its annual sales target. So that it is necessary to plan mining technical design before the mining activities start in that new area. In the research's location have done exploration drilling, with a total of 50 drillholes, which will be used as database input to perform geological modelling and resources estimation. Based on the result of grade assessment with ordinary kriging method, there are 560,707.81 tonnes measured resources of nickel ore with average content Ni 1.87 % and Fe 15.28 %. Then based on the result of those resource estimation, will be determining the potentially areas for mining based on economics aspect, economical stripping ratio and cut off grade with used lerchs grossman 3-D algorithm. The cut off grade value used is average content Ni ≥ 1.7 % and economical stripping ratio of 4.6 tonnes waste / tonnes ore, so based on this limitations the nickel is considered as nickel ore is nickel who have the average content Ni ≥ 1.5 %. The result of pit optimization, there are two pits namely Pit X which have dimensions 5.44 Ha and Pit Y which have dimensions 6.03 Ha, so the total dimensions of mining boundary are 11.47 Ha. The mining activities will be used surface mining system, open cast method and selective mining procedure. Mine technical design will be made with geometry of bench is 4 m height, 2 m width and 60° slope. Meanwhile, the road technical design will be made with geometry of road is 15 m road straight width, 26.5 m road bend width, 0.04 m/m superelevation, 14.38 m radius of bend, 0.04 m/m cross slope, 8% road grade and 1.5 m height of safety berm. Mining activities will start with make mining block with dimension of block are 25 m x 25 m, which start from the higher elevation to lower elevation of pits. Based on the results of mining technical design, there are 495,853.16 tonnes mineable reserves of nickel ore with average content Ni 1.86 % and Fe 15.23%, which have non-ore materials are 516,129.65 tonnes overburden and 639,904.30 tonnes waste, so generate stripping ratio is 2.33 tonnes waste / tonnes ore. Production target are planned 40,000 tonnes nickel ore / month for each pit, so the mining will be planned for 6 months.

Keywords: Nickel, Resources, Mineable Reserves, Mining Technical Design, Production Planning.

Abstrak. PT Tiran Indonesia merupakan perusahaan industri pertambangan yang bergerak di bidang penambangan komoditas endapan bijih nikel yang memiliki area pertambangan di Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Perusahaan tersebut berencana untuk membuka bukaan tambang baru pada blok 2 untuk memenuhi target penjualan tahunannya. Sehingga diperlukannya rancangan teknis penambangan sebelum dilakukannya kegiatan penambangan pada bukaan tambang yang baru tersebut. Untuk area pengamatan telah dilakukan eksplorasi pengeboran, dengan jumlah titik pengeboran sebanyak 50 titik bor yang nantinya

digunakan sebagai *input* basis data dalam melakukan pemodelan geologi dan estimasi sumberdaya. Berdasarkan hasil penaksiran kadar menggunakan metode ordinary kriging, diperoleh sumberdaya terukur bijih nikel sebesar 560.707,81 ton dengan kadar rata-rata Ni 1,87 % dan Fe 15,28 %. Selanjutnya berdasarkan hasil estimasi sumberdaya tersebut, dilakukan penentuan area yang berpotensi untuk dilakukan penambangan dengan parameter acuan ekonomi, *stripping ratio* ekonomis dan *cut off grade* melalui algoritma *lerchs grossman 3-D*. Nilai *cut off grade* yang digunakan yaitu kadar rata-rata Ni $\geq 1,7$ % dan nilai *stripping ratio* ekonomis 4,6 ton *waste* / ton *ore*, sehingga berdasarkan batasan tersebut nikel yang masih dianggap bijih nikel yaitu nikel dengan kadar Ni $\geq 1,5$ %. Hasil dari optimasi bukaan tambang, didapatkan dua buah bukaan tambang yaitu *pit X* dengan luas 5,44 Ha dan *pit Y* dengan luas 6,03 Ha, sehingga total bukaan tambang seluas 11,47 Ha. Penambangan dilakukan dengan sistem tambang terbuka, metode *open cast* dan cara penambangan *selective mining*. Rancangan bukaan tambang dibuat dengan geometri jenjang tinggi 4 m, lebar 2 m dan kemiringan 60°. Sedangkan rancangan geometri jalan yang digunakan yaitu lebar jalan lurus 15 m, lebar jalan tikungan 26,5 m, superelevasi 0,04 m/m, jari-jari tikungan 14,38 m, *cross slope* 0,04 m/m, kemiringan jalan 8% dan tinggi tanggul pengaman 1,5 m. Penambangan dilakukan dengan membuat blok penambangan berukuran 25 m x 25 m, yang dimulai dari elevasi tertinggi menuju arah elevasi terendah bukaan tambang. Berdasarkan hasil rancangan bukaan tambang, diperoleh cadangan tertambang bijih nikel sebesar 495.853,16 ton dengan kadar rata-rata Ni 1,86 % dan Fe 15,23%, serta terdapatnya material bukan bijih berupa *overburden* sebesar 516.129,65 ton dan *waste* sebesar 639.904,30 ton sehingga menghasilkan *stripping ratio* sebesar 2,33 ton *waste* / ton *ore*. Target Produksi direncanakan sebesar 40.000 ton bijih nikel / bulan untuk setiap bukaan tambang, sehingga penambangan akan direncanakan selama 6 bulan.

Kata Kunci: Nikel, Sumberdaya, Cadangan Tertambang, Rancangan Teknis Penambangan, Rencana Produksi.

1. Pendahuluan

PT Tiran Indonesia merupakan perusahaan industri pertambangan bagian dari Tiran Group yang bergerak di bidang penambangan komoditas endapan bijih nikel dan ikutannya, dengan lokasi berada di Kecamatan Langgikima, Kabupaten Konawe Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Dengan luas wilayah IUP 1.411,35 Ha, operasi penambangan terbagi lagi ke dalam beberapa blok penambangan. Untuk target produksi, perusahaan ini menargetkan dapat mencapai produksi atau target penjualan sebesar 1.000.000 *WMT* bijih nikel tahun 2021.

Dengan besarnya target produksi pada tahun 2021 ini, perusahaan berencana akan membuka beberapa *pit* penambangan baru untuk memenuhi kekurangan sebesar 450.000 *WMT* berdasarkan beberapa *pit* yang masih ada sekarang sehingga diharapkan target produksi tahun 2021 akan terpenuhi. Kegiatan eksplorasi telah dilakukan dalam beberapa kegiatan, dengan hasil akhir telah dilakukannya kegiatan pengeboran eksplorasi pada beberapa blok penambangan. Direncanakan dari beberapa blok penambangan, pada Blok 2 akan dilakukan pembukaan *pit* penambangan baru berdasarkan data hasil pengeboran eksplorasi yang menunjukkan keterdapatan dari endapan bijih nikel.

Faktor penting dalam perencanaan penambangan yaitu perancangan teknis penambangan yang mengharuskan dapat memenuhi target produksi setiap periodenya dan aspek teknis penambangan sebagai acuan dalam proses penambangan. Untuk setiap periodenya, diperlukan rencana penambangan sehingga dapat mengontrol secara optimal laju produksi dalam jangka pendek berdasarkan target produksi pertahun. Hal ini sesuai dengan tujuan perencanaan tambang terbuka khususnya perencanaan produksi menurut Dagdelen (2007)^[4] yaitu mempertimbangkan alternatif skenario tingkat produksi dan *COG* yang ekonomis. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukannya perancangan teknis penambangan sehingga tercapainya target produksi secara optimal.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut: “Berapa jumlah estimasi sumberdaya bijih nikel?”, “Bagaimana parameter rancangan bukaan tambang bijih nikel?”, “Berapa jumlah cadangan tertambang bijih nikel?”, “Bagaimana rencana penjadwalan produksi penambangan bijih nikel bulanan?” dan “Bagaimana rancangan teknis dan kemajuan penambangan bijih nikel bulanan?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Mengetahui jumlah sumberdaya bijih nikel.
2. Mengetahui parameter rancangan bukaan tambang bijih nikel.
3. Mengetahui jumlah cadangan tertambang bijih nikel.
4. Mengetahui rencana penjadwalan produksi bijih nikel bulanan.
5. Mengetahui rancangan teknis dan kemajuan penambangan bijih nikel bulanan.

2. Metodologi

Nikel

Nikel laterit merupakan material regolit yang berasal dari batuan ultrabasa (Trescases, 1975, Golightly, 1981 Brand et al., 1998). Regolit sendiri menurut Mark D. Licker (2003) adalah suatu lapisan yang berasal (sebagai hasil) dari pelapukan batuan yang menyelimuti suatu batuan dasar. Endapan nikel laterit dihasilkan dari pelapukan iklim tropis pada batuan ultramafik, biasanya peridotit terserpentinisasi (harzburgit, lherzolit dan dunit), dan sekitar 67 % keterdapatannya berasal dari bagian kompleks ofiolit (Mudd and Jowitt, 2014, Golightly, 2010). Pelapukan batuan menghasilkan horizon yang kaya, sehingga unsur-unsur minor seperti Ni, Co dan Mn yang terkandung dalam batuan induk yang tidak berubah menjadi kaya pada profil laterit (Brand et al., 1998; Freyssinet et al., 2005; Golightly, 2010).

Sumberdaya dan Cadangan

Berdasarkan SNI 4726:2011 (BSN, 2011), sumberdaya mineral adalah suatu konsentrasi atau keterdapatan dari material yang memiliki nilai ekonomi pada atau di atas kerak bumi, dengan bentuk, kualitas dan kuantitas tertentu yang memiliki keprospekkan yang beralasan yang pada akhirnya dapat diekstraksi secara ekonomis. Sedangkan cadangan mineral adalah bagian dari sumberdaya mineral dan atau tertunjuk yang dapat ditambang secara ekonomis.

Perencanaan dan Perancangan Tambang

Menurut Partanto (2004)^[10], perencanaan (*planning*) adalah penentuan persyaratan teknik untuk mencapai tujuan dan sasaran kegiatan yang sangat penting serta urutan teknis pelaksanaannya. Di Industri pertambangan juga dikenal rancangan tambang (*mine design*) yang mencakup pula kegiatan-kegiatan seperti yang ada pada perencanaan tambang, tetapi semua data dan informasinya sudah rinci (Partanto, 2004). Parameter rancangan tambang dapat berupa penentuan nisbah pengupasan, kadar batas, geometri jenjang, geometri jalan tambang, geometri *front* penambangan dan tempat penimbunan. Tahapan kemajuan penambangan (*pushback*) adalah bentuk-bentuk penambangan (*mineable geometries*) yang menunjukkan bagaimana suatu pit akan ditambang, dari titik masuk awal hingga ke bentuk akhir pit. Perencanaan produksi adalah perencanaan yang dikembangkan terus menerus selama operasional tambang berjalan yang diterjemahkan dalam perencanaan berkala (tahunan, triwulan, bulanan). Inti dari perencanaan produksi adalah membagi rancangan tambang ke dalam bentuk-bentuk yang lebih kecil berdasarkan skala waktu tertentu sehingga memudahkan dalam pengaturan operasional dan pemenuhan pasar.

3. Pembahasan dan Diskusi

Keadaan Lapangan

Daerah penelitian terdapat pada bagian tengah hingga selatan Blok 2 wilayah IUP PT Tiran Indonesia, dengan luasan daerah pengamatan seluas 100 Ha. Pada daerah pengamatan telah dilakukan kegiatan eksplorasi berupa pengeboran eksplorasi dengan menghasilkan data berupa data pengeboran. Pada daerah pengamatan ini memiliki kondisi topografi dengan elevasi berkisar antara 168 – 403 mdpl dan morfologi termasuk ke dalam daerah bergelombang, berbukit dan berbukit tertajam curam (8% - 70%).

Eksplorasi Pengeboran

Kegiatan eksplorasi yang dilakukan di daerah penelitian berupa eksplorasi langsung pengeboran. Kegiatan pengeboran didapatkan 50 titik pengeboran yang tersebar pada daerah pengamatan dengan jarak antara titik pengeboran \pm 50 meter. Pengeboran memiliki pola bujur sangkar dengan penyebaran tersebar membujur Utara – Selatan dan melintang Barat – Timur. Kedalaman rata-rata dari lubang titik pengeboran sedalam 17,89 meter, dengan lubang terdalam sedalam 5 meter dan lubang terdalam sedalam 50,5 meter. Berdasarkan hasil eksplorasi pengeboran didapatkan profil endapan nikel laterit berupa limonit, saprolit dan *bedrock*. Contoh rekapitulasi data hasil pengeboran eksplorasi dapat dilihat di Tabel 1.

Tabel 1. Contoh Rekapitulasi Data Pengeboran

Kode Lubang Bor	X (mT)	Y (mU)	Elevasi (m)	Kedalaman (m)			Tebal (m)	Kadar (%)		Litologi
				Total	Dari	Sampai		Ni	Fe	
E51132	420.959,28	9.644.132,34	276,44	11,00	0,00	1,00	1,00	1,00	29,36	LIM
					1,00	2,00	1,00	1,49	35,11	LIM
					2,00	3,00	1,00	1,79	30,07	SAP
					3,00	3,40	0,40	1,95	28,27	SAP
					3,40	4,00	0,60	1,05	8,95	SAP
					4,00	5,00	1,00	0,94	10,66	SAP
					5,00	5,30	0,30	1,05	10,75	SAP
					5,30	6,00	0,70	0,88	7,09	BRK
					6,00	7,00	1,00	0,60	7,62	BRK
					7,00	8,00	1,00	0,27	6,57	BRK
					8,00	9,00	1,00	0,31	6,68	BRK
9,00	10,00	1,00	0,23	6,55	BRK					
10,00	11,00	1,00	0,24	6,72	BRK					

Analisis Statistik dan Geostatistik

Tujuan dari dilakukannya analisis ini untuk mengetahui karakteristik dari kecenderungan populasi data yang akan diolah. Data yang akan dianalisis berupa data kadar Ni, Fe dan ketebalan masing – masing zona nikel laterit (limonit, saprolit dan *bedrock*). Dalam penganalisisan statistik ini digunakan dua analisis yaitu analisis statistik univariat dan bivariat. Analisis univariat akan menggambarkan karakteristik dan tingkat homogenitas variabel dari setiap populasi data penelitian tanpa mempertimbangkan faktor posisinya. Analisis statistik univariat terhadap 50 data titik lubang pengeboran dengan data berupa kadar Ni dan Fe serta ketebalan masing-masing zona laterit yang dapat dilihat pada Tabel 2. Analisis bivariat dilakukan terhadap dua variabel data yang saling berhubungan atau berkorelasi menggunakan diagram pencar, yang mana variabel yang akan dianalisis keterhubungannya yaitu kadar Ni dan Fe. Hasil dari diagram pencar dengan sumbu X berupa kadar Ni dan sumbu Y berupa kadar Fe memperlihatkan regresi 0,15. Gradien dari garis linier trendline membentuk persamaan $y = -1,0613x + 22,151$. Dalam hal ini mengartikan bahwa variabel Ni dan Fe memiliki hubungan terbalik, yang mana bila nilai Ni semakin tinggi maka Fe semakin rendah dan begitu pun sebaliknya.

Tabel 2. Analisis Statistik Univariat

Parameter	Mean	Median	Modus	Var	Std. Dev	Ko - Var	Min	Maks	Skew	Kurto
Ni	1,20	1,14	1,10	0,02	0,13	0,11	0,20	3,38	11,03	158,15
Fe	20,78	14,89	9,66	3,34	1,83	0,09	2,59	51,59	9,19	149,51
Tebal Limonit	4,64	3,94	2,71	2,46	1,57	0,34	0	13,00	3,01	14,54
Tebal Saprolit	8,42	4,44	2,96	31,18	5,58	0,66	0	37,30	3,66	15,10
Tebal <i>Bedrock</i>	5,06	4,57	4,33	12,09	3,48	0,69	0	23	3,67	15,07

Analisis geostatistik diterapkan dalam pendeskripsian hubungan antar data dalam suatu populasi dengan memperhatikan faktor spasial dari suatu populasi data pada suatu ruang yang dipengaruhi pula oleh faktor geologi. Analisis geostatistik dilakukan terhadap variabel kadar Ni dan Fe yang berhubungan terhadap acuan klasifikasi *grade* bijih dan pengestimasian sumberdaya. Penganalisisan ini dilakukan dengan pembuatan variogram yang bertujuan untuk mengetahui luasan area pengaruh, variabilitas dari sebaran kadar Ni dan Fe. Didapatkan hasil

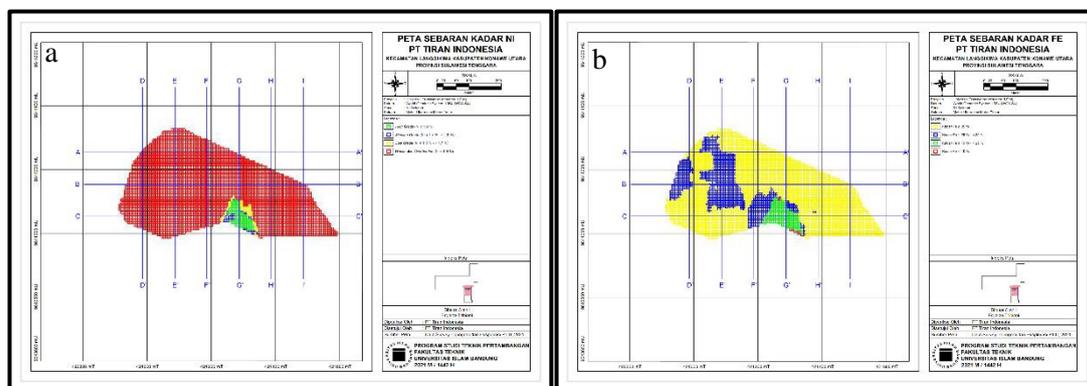
variogram untuk variabel Ni *range* 85, *sill* 0,16 dan *nugget effect* 0,1, sedangkan untuk variabel Fe *range* 100, *sill* 115 dan *nugget effect* 75. Hasil analisis ini akan digunakan dalam acuan dalam penentuan tingkat keyakinan geologi dan pengestimasi kadar menggunakan metode *ordinary kriging*.

Pemodelan Geologi

Pemodelan geologi dilakukan dengan pengkorelasian titik pengeboran dan pemodelan kadar. Pengkorelasian titik pengeboran bertujuan untuk mengetahui visual dari endapan nikel laterit setiap zonanya, baik itu secara horizontal ataupun vertikal yang hasilnya berupa model sebaran endapan nikel laterit. Dalam pemodelan kadar ini, kadar yang ditaksir adalah kadar Ni dan Fe pada daerah pengamatan. Penaksiran kadar menggunakan metode estimasi geostatistik *ordinary kriging*, dengan dibutuhkannya *input* variogram dari masing-masing variabel kadar yang telah diketahui sebelumnya. *Input* variogram itu sendiri dijadikan aspek parameter konfigurasi dalam penaksiran kadar melalui metode *ordinary kriging*. Pemodelan kadar sendiri dilakukan dengan membuat blok model dengan dimensi 12,50 x 12,50 x 1,00 meter untuk ukuran blok dan 6,25 m x 6,25 m x 0,50 meter untuk ukuran sub blok. Hasil akhir dari pemodelan kadar ini yaitu terestimasi kadar Ni dan Fe pada seluruh blok pada Gambar 1 dan telah terklasifikasi sesuai klasifikasi grade bijih nikel pada Tabel 3.

Tabel 3. Klasifikasi Bijih Nikel

Klasifikasi	Kadar Ni (%)	Kadar Fe (%)	Simbol
Overburden	< 1,5	≥ 35	Red
Low Grade Limonite (LGL)	≥ 1,5 - < 1,7	≥ 35	Yellow
Medium Grade Limonite (MGL)	≥ 1,7 - < 1,9	≥ 35	Blue
High Grade Limonite (HGL)	≥ 1,9	≥ 35	Green
Waste	< 1,5	< 35	Red
Low Grade Saprolite (LGS)	≥ 1,5 - < 1,7	< 35	Yellow
Medium Grade Saprolite (MGS)	≥ 1,7 - < 1,9	< 35	Blue
High Grade Saprolite (HGS)	≥ 1,9	< 35	Green



Gambar 1. (a) Peta Sebaran Kadar Ni dan (b) Peta Sebaran Kadar Fe

Estimasi Sumberdaya

Estimasi sumberdaya dilakukan pada blok model yang telah ditaksir kadarnya menggunakan metode *ordinary kriging*, dengan rekapitulasi sumberdaya pada Tabel 4 yang telah dikurangi dengan *geological losses* sebesar 5% dengan pertimbangan kondisi geologinya.

Tabel 4. Rekapitulasi Estimasi Sumberdaya

Klasifikasi	Kadar (%)		Volume (BCM)	Density (Ton/BCM)	Tonase (Ton)	GL (%)	Sumberdaya (Ton)
	Ni	Fe					
LGS	1,58	15,95	147.226,56	1,60	235.562,50	5,00	223.784,38
MGS	1,79	16,49	72.695,31	1,60	116.312,50	5,00	110.496,88
HGS	2,20	14,04	148.964,84	1,60	238.343,75	5,00	226.426,56
Total Ore	1,87	15,28	368.886,72	1,60	590.218,75	5,00	560.707,81

Klasifikasi	Kadar (%)		Volume (BCM)	Density (Ton/BCM)	Tonase (Ton)	GL (%)	Sumberdaya (Ton)
	Ni	Fe					
OB	1,10	39,93	673.046,88	1,60	1.076.875,00	-	-
Waste	0,84	10,56	1.483.007,81	1,60	2.372.812,50	-	-
Total Waste	0,92	19,73	2.156.054,69	1,60	3.449.687,50	-	-
Total Material	1,06	19,08	2.524.941,41	1,60	4.039.906,25	5,00	560.707,81

Stripping Ratio 5,84 Ton Waste / Ton Ore

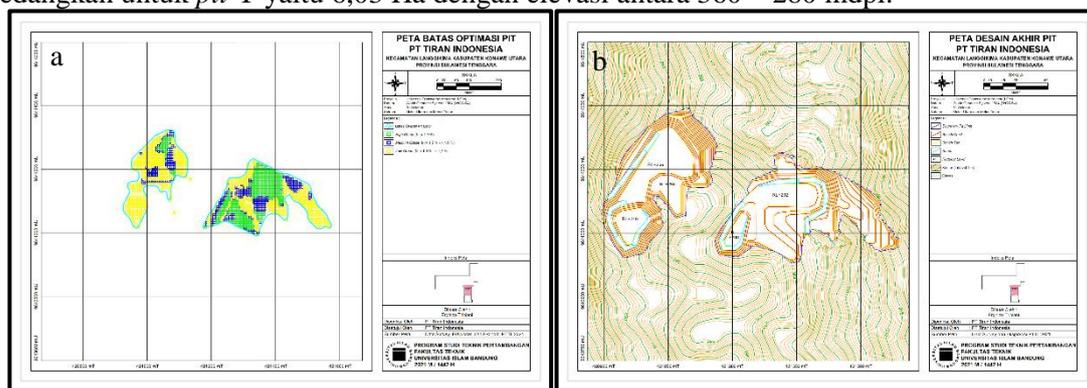
Parameter Rancangan Penambangan

Berdasarkan karakteristik dari endapan bijih nikel yang merupakan endapan laterit yang memiliki geometri tidak terlalu masif (luas dan besar) dan berada di wilayah perbukitan, maka sistem dan metode yang tepat digunakan dalam penambangannya yaitu sistem tambang terbuka dengan metode *open cast*. Cara penambangan pada endapan bijih nikel dilakukan secara selektif (*selective mining*) karena terdapatnya beberapa *spot area* dengan jarak dekat memiliki perbedaan kadar signifikan, oleh sebab itu untuk menghindari terjadinya dilusi dan untuk menambang material yang tepat dilakukannya cara ini.

Batas penambangan ditentukan berdasarkan nilai *BESR 2* yaitu 6,58 ton *waste/ton ore*, *stripping ratio* ekonomis yaitu 4,6 ton *waste/ton ore* dan *COG* perusahaan yaitu kadar rata-rata terendah Ni $\geq 1,7$ %, dengan kadar Ni $\geq 1,5$ % dapat ditambang untuk dilakukan *blending* dengan kadar yang tinggi. Geometri jenjang yang digunakan yaitu jenjang tunggal penambangan dengan tinggi 4 meter, lebar 2 meter dan kemiringan 60° , jenjang keseluruhan penambangan dengan tinggi *pit X* 56 meter dan kemiringan *pit X* 43° serta tinggi *pit Y* 64 meter dan kemiringan *pit Y* 25° , jenjang tunggal timbunan dengan 4 meter, lebar 2 meter, kemiringan 40° dan kemiringan teras balik 3%, serta jenjang keseluruhan timbunan dengan tinggi 52 meter dan kemiringan 31° . Geometri jalan diperhitungkan menggunakan rumus *rule of thumb* dari AASHTO (1965)^[1] berdasarkan alat angkut terbesar yaitu lebar jalan lurus 15 meter, lebar pada tikungan 26,5 meter, superlevasi 0,04 m/m, jari-jari tikungan 14,38 meter, *cross slope* 0,04 m/m, kemiringan jalan 8% dan tinggi tanggul pengaman 1,5 meter. Lebar minimum untuk *front* penambangan digunakan 25 x 25 meter.

Rancangan Desain Penambangan

Terdapat dua desain *pit* penambangan berdasarkan optimasi *pit* algoritma *lerchs grossman 3-D* yaitu *pit X* pada bagian Barat dan *pit Y* pada bagian Timur seperti pada Gambar 2. Luasan dari bukaan tambang pada *pit X* yaitu 5,44 Ha dengan elevasi antara 312 – 240 mdpl, sedangkan untuk *pit Y* yaitu 6,03 Ha dengan elevasi antara 360 – 280 mdpl.



Gambar 2. (a) Peta Batas Optimasi *Pit* dan (b) Peta Desain Akhir *Pit*

Perhitungan Cadangan Tertambang

Perhitungan cadangan tertambang dilakukan berdasarkan rancangan akhir tambang yang bertujuan untuk kuantitas dari bijih nikel yang dapat ditambang berdasarkan hasil bukaan *pit* penambangan. Jumlah cadangan bijih nikel yang diperoleh seperti pada Tabel 5 selanjutnya dijadikan data acuan dalam perencanaan produksi bulanan. Dalam perhitungan cadangan tertambang ini telah memperhitungkan pula faktor kehilangan yang diambil berdasarkan tingkat keyakinan geologi dan karakteristik endapan bijih nikelnya. Sehingga pada penelitian ini diasumsikan bahwa faktor kehilangan sebesar 10 % yang terdiri dari 5 % *geological losses* dan 5 % *mining losses*. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh cadangan tertambang sebesar

495.853,16 ton dengan nilai *stripping ratio* dihasilkan sebesar 2,33 ton *waste* / ton *ore* dengan kadar rata-rata Ni 1,86 %. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa rencana dan rancangan kedua *pit* tersebut sesuai dan telah dianggap menguntungkan bilamana ditambang karena memenuhi target produksi, nilai *stripping ratio* yang kurang dari *SR* ekonomis dan kadar rata-rata yang melebihi batasan kadar penjualan.

Tabel 5. Rekapitulasi Cadangan Tertambang

Klasifikasi	Kadar (%)		Volume (BCM)	Density (Ton/BCM)	Tonase (BCM)	GL (%)	ML (%)	Cadangan (Ton)
	Ni	Fe						
LGS	1,58	15,87	141.200,41	1,60	225.920,66	5,00	5,00	203.328,59
MGS	1,79	16,30	68.232,81	1,60	109.172,50	5,00	5,00	98.255,25
HGS	2,20	14,01	134.909,25	1,60	215.854,79	5,00	5,00	194.269,31
Total Ore	1,86	15,23	344.342,47	1,60	550.947,95	5,00	5,00	495.853,16
OB	1,15	38,99	322.581,03	1,60	516.129,65	-	-	-
Waste	0,64	7,82	399.940,19	1,60	639.904,30	-	-	-
Total Waste	0,87	21,74	722.521,22	1,60	1.156.033,95	-	-	-

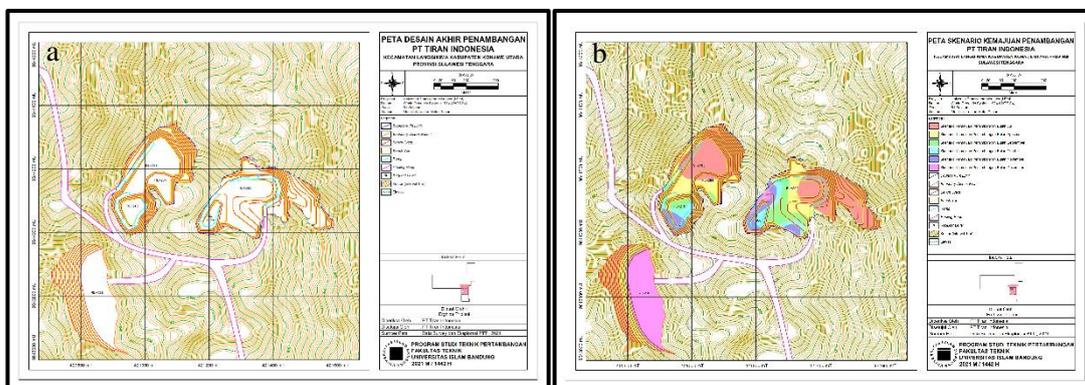
Stripping Ratio 2,33 Ton Waste / Ton Ore

Rencana Produksi dan Rancangan Kemajuan Tambang

Ditargetkan dari setiap *pit* penambangan dapat mencapai produksi sebesar 40.000 ton / bulan, sehingga berdasarkan cadangan tertambang maka *pit X* akan berumur 5 bulan dan *pit Y* berumur 6 bulan, dengan akumulasi produksi semua *pit* seperti pada Tabel 6 akan mencapai target produksi dengan nilai *stripping ratio* yang kurang dari *stripping ratio* ekonomis dan melebihi kadar *COG*. *Disposal* direncanakan dapat menampung material bukan bijih (terkecuali *bedrock*) dari kedua *pit* setiap bulannya. Dalam penjadwalannya berdasarkan volume material bukan bijih dari *pit* yang akan ditimbun pada *disposal* dengan keadaan yang telah terberai dan selanjutnya dikompakkan, sehingga dipengaruhi oleh *swell factor* dan *shrinkage factor*. Letak awal dan arah penambangan ditentukan berdasarkan beberapa aspek pertimbangan yaitu seperti ketebalan material bukan bijih, letak terdekat keterdapat tonase bijih dan kadar Ni yang memenuhi *COG*. Kemajuan penambangan dan penimbunan dapat dilihat pada Gambar 3.

Tabel 6. Rencana Penjadwalan Produksi

Bulan	Kadar (%)		Cadangan (Ton)	Overburden (Ton)	Waste (Ton)	SR (Ton waste / ton ore)	Luas Area (Ha)	Kedalaman Terdalam (Meter)
	Ni	Fe						
Juli	1,77	19,69	87.699,39	221.873,55	68.640,89	3,31	5,28	42,00
Agustus	1,89	16,60	85.291,16	133.855,27	75.071,86	2,45	7,70	50,00
September	1,95	13,93	95.559,41	80.046,42	118.763,02	2,08	9,02	56,00
Oktober	1,89	13,89	100.213,41	43.356,66	137.694,45	1,81	10,12	60,00
November	1,80	13,47	85.476,02	30.858,23	159.368,60	2,23	11,15	64,00
Desember	1,89	13,05	41.613,76	6.139,52	80.365,49	2,08	11,47	80,00
Total	1,86	15,23	495.853,16	516.129,65	639.904,30	2,33	11,47	80,00



Gambar 3. (a)Peta Desain Akhir Penambangan dan (b)Peta Skenario Kemajuan Penambangan

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa: Sumberdaya terukur bijih nikel sebesar 560.707,81 ton dengan kadar rata-rata Ni 1,87 %, Fe 15,28 % dan *SR* 5,84 ton *waste / ton ore*. Dari kuantitas dan kadar sumberdaya dapat memenuhi target produksi. Nilai *SR* lebih kecil dari *BESR2* dan lebih besar dari *SR* ekonomis, sehingga perlu rancangan teknis penambangan yang selektif dan optimal. Rancangan bukaan tambang dibuat dengan dimensi *front* penambangan 25 x 25 meter, tinggi jenjang tunggal 4 meter, lebar jenjang tunggal 2 meter dan kemiringan jenjang tunggal 60°. Dimensi jalan dibuat dengan lebar jalan lurus 15 meter, lebar pada tikungan 26,5 meter, superlevasi 0,04 m/m, jari-jari tikungan 14,38 meter, *cross slope* 0,04 m/m, kemiringan jalan 8% dan tinggi tanggul pengaman 1,5 meter. Luas bukaan tambang pada *pit X* seluas 5,44 Ha dan *pit Y* seluas 6,03 Ha dengan total 11,47 Ha. Total cadangan tertambang bijih nikel sebesar 495.853,16 ton dengan kadar rata-rata Ni 1,86 %, Fe 15,23 % dan *SR* 2,33 ton *waste/ton ore*. Dari kuantitas dan kadar cadangan dapat memenuhi target produksi. Nilai *SR* cadangan lebih kecil dari *BESR2* ataupun *SR* ekonomis, sehingga rancangan teknis penambangan dapat dikatakan optimal dan layak. Berdasarkan cadangan dan target produksi, rencana produksi direncanakan selama lima bulan untuk *pit X* yang berlangsung dari Juli hingga November dan enam bulan untuk *pit Y* yang berlangsung dari Juli hingga Desember. Rencana produksi total yang dilakukan *blending* setiap bulannya telah memenuhi lebih dari target produksi 40.000 ton/bulan untuk setiap *pit*, kadar-rata $\geq 1,7\%$ ni dan *SR* < 4,6 ton *waste/ton ore*. Rancangan kemajuan penambangan disesuaikan dengan ketersediaan bijih terdekat. Untuk *pit X* dimulai dari elevasi tertinggi di arah utara ke elevasi terendah di arah selatan. Sedangkan *pit Y* dimulai dari elevasi tertinggi di arah timur ke elevasi terendah di arah barat. Penambangan akan dilakukan per level elevasi ke arah bawah.

Untuk mengoptimalkan kegiatan penambangan maka perlu dilakukan: Penyesuaian jarak antar titik pengeboran dengan maksimum jarak 50 meter sesuai aturan, sehingga meningkatkan keyakinan geologi. Penambahan kajian geoteknik serta penyesuaian dan pemeliharaan jalan agar faktor keamanan dan keoptimalan alat saat produksi tetap terjaga. Pendataan kadar dan tingkat produksi secara aktual nantinya, sehingga dapat dijadikan acuan perbandingan untuk perencanaan tambang lainnya. Pembuatan rencana jangka pendek seperti rencana mingguan dan harian untuk lebih memantau rencana produksi dan kemajuan tambang. Penambahan perhitungan kebutuhan alat sesuai dengan kemajuan tambang setiap periode untuk dapat memaksimalkan rencana produksi.

Daftar Pustaka

- [1] AASHTO, 1965, "A Policy on Geometric Design of Rural Highways", USA, AASHTO.
- [2] Brand et al, 1998, "Nickel Laterite: Classification and Features", Australia, AGSO Journal of Australian Geology and Geophysics.
- [3] BSN, 2011, "SNI 4726:2011 tentang Pedoman Pelaporan Sumberdaya dan Cadangan Mineral", Jakarta, Badan Standarisasi Nasional.
- [4] Dagdelen, Kadri, 2007, "Strategic Open Pit Mine Planning", Colorado, Colorado School of Mines.
- [5] Freyssinet et al, 2005, "Ore-Forming Processes Related to Lateritic Weathering", Colorado, Society of Economic Geologist.
- [6] Golightly, J.P., 1981, "Nickeliferous Laterite Deposits", Colorado, Society of Economic Geologist.
- [7] Golightly, J.P., 2010, "Progress in Understanding the Evolution of Nickel Laterite", Colorado, Society of Economic Geologist.
- [8] Licker, Mark D., 2003, "Dictionary of Geology and Mineralogy: Second Edition", New York, The McGraw Hill Companies.
- [9] Mudd M. and Jowitt S.M., 2014, "A Detailed Assessment of Global Nickel Resource Trends and Endowments", Colorado, Society of Economic Geologist.
- [11] Prodjosumarto, Partanto, 2004, "Pengantar Perencanaan Tambang", Bandung, Universitas Islam Bandung.

- [12] Trescases, J.J., 1975, “L'évolution Géochimique Supergène des Roches Ultrabasiqes en Zone Tropicale”, Paris, ORSTOM.
- [13] Abdulah, Ashari Yunus, Maryanto. (2021). *Rencana Produksi Pengangkutan Overburden Berdasarkan Pola Hujan di PT X Site Asam-Asam, Desa Riam Andungan, Kecamatan Kintap, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan*. Jurnal Riset Teknik Pertambangan, 1(1), 8-21.