

Analisis Biaya Pemboran *Inpit Drill* di *Front X* PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara

Najmi Hayati^{1*}, Murad Ms^{1**}

¹Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

*najmihayati59@yahoo.co.id

**muradms@ft.unp.ac.id

Abstract. In the use of mineral or food resources for community welfare and the development of an area, a mining business is needed. For the mining business to run and make a profit, the potential of mineral resources or existing minerals must be known with certainty, as well as the existing risks, which can be specified as geological risks, economic-technological risks, and environmental risks, must be eliminated or at least minimized. At this time, PT. ANTAM Tbk. UBPN Southeast Sulawesi is carrying out stages, one of which is mining, namely detailed exploration or also called *inpit drill* drilling. This is very dependent on the nickel diarea that does not have the potential for high grade Ni from initial exploration results and determines whether *inpit drill* drilling activities are economical to do so that it is in accordance with the circumstances of the company that still maintains *inpit drill* activities despite initial exploration activities. Get the annual Cost Ratio value from *inpit drill* activities. Calculating the value of the benefits obtained from *inpit drill* activities carried out by PT. ANTAM Tbk. Southeast Sulawesi UBPN.

Kata Kunci : *Inpit drill*, Top soil, Limonit, Saprolit, and Cost Ratio

1 Pendahuluan

Industri pertambangan merupakan salah satu industri yang mempunyai resiko yang tinggi (kerugian). Dalam usaha pemanfaatan sumberdaya mineral atau bahan galian untuk kesejahteraan masyarakat dan pengembangan suatu daerah, diperlukan suatu usaha pertambangan. Agar usaha pertambangan tersebut dapat berjalan dan memperoleh keuntungan, maka potensi sumberdaya mineral atau bahan galian yang ada harus diketahui dengan pasti, begitu juga terhadap resiko yang ada, yang dapat dirinci sebagai resiko geologi, resiko ekonomi-teknologi, dan resiko lingkungan, harus dihilangkan atau paling tidak diperkecil.

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alamnya, salah satu sumberdaya alam yang cukup melimpah di Indonesia yaitu Nikel. Nikel merupakan salah satu komoditas tambang yang penting di Indonesia. Nikel kemudian diolah menjadi bahan logam. Logam adalah Nikel terbentuk bersama-sama dengan *Chrom* dan *Platina* dalam batuan *Ultrabasa*, terdapat dua jenis endapan Nikel. Keunggulan tersebut membuat logam sangat diperlukan sebagai bahan baku dalam industri seperti komponen otomotif, bahan konstruksi, peralatan rumah tangga dan sebagainya.

Di Indonesia salah satu perusahaan PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara, Pertambangan Nikel yang memiliki tambang aktif di Kecamatan Pomala, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara melakukan kegiatan *inpit*

drill dimana *inpit drill* sangat penting bagi perusahaan, mempunyai cadangan Nikel yang masih akan di tambang sampai tahun 2022. Pada saat ini perusahaan yaitu PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara melakukan tahapan salah satunya penambangan yaitu eksplorasi rinci atau disebut juga pemboran *inpit drill*. Hal tersebut sangat bergantung terhadap keterdapatan Nikel di area yang tidak memiliki potensi Ni *high grade* dari hasil eksplorasi awal dan menentukan apakah kegiatan pemboran *inpit drill* ekonomi suntuik dilakukan sehingga sesuai dengan keadaan perusahaan yang tetap mempertahankan kegiatan *inpit drill* meskipun sudah ada kegiatan eksplorasi awal. Pemboran *inpit drill* dilakukan dengan alat yang sangat manual dan sederhana dan tidak sesuai upah *core* dari *inpit* tersebut tidak sesuai dengan hasil yang didapatkan.

Dari latar belakang yang ada, maka didapatkan identifikasi masalah adalah Perhitungan biaya yang dapat digunakan dalam proses kegiatan *inpit drill* di PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara. Alat yang digunakan masih sederhana dan manual sehingga waktu yang diperlukan untuk proses pemboran jadi lebih lama Adanya upah pengambilan *core* dari *inpit drill* yang tidak sesuai dengan hasil yang didapatkan Nikel Laterit Berdasarkan dari kegiatan *inpit drill* nilai kadar high grede banyak ditemukan pada zona-zona yang dianggap tidak memiliki nilai-nilai cadangan Menghitung keuntungan yang didapat dari kegiatan dari kegiatan *inpit drill* sehingga perusahaan dapat

tetap melanjutkan kegiatan *inpit drill*. Latar belakang dari identifikasi masalah, adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah penelitian ini dilakukan ada area *Front X* di PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara. Penelitian membahas analisis biaya alat pemboran *inpit drill* yang dilakukan di *Front X*. Menghitung *Cost Ratio* dan *Benefit* dari penggunaan alat *inpit drill*. Menghitung keuntungan yang diperoleh PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara terhadap hasil kegiatan *inpit drill* yang dilakukan pihak *depatemen mining*. Tujuan penulis pada penelitian ini antara lain menghitung hasil pendapatan keuntungan dari alat *inpit drill*, mendapatkan nilai *Cost Ratio* pertahun dari aktivitas kegiatan *inpit drill*, menghitung nilai keuntungan yang diperoleh dari kegiatan *inpit drill* yang dilakukan oleh PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara. Menganalisa kelayakan dari kegiatan *inpit drill* yang dilakukan oleh PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara.

2 Deskripsi Perusahaan

Untuk memperpanjang jangka waktu penambangan Nikel di Pomalaa, serta mengingat cadangan bijih Nikel Laterit berkadar rendah (<1,82% Ni) yang dapat dimanfaatkan cukup besar, sedangkan bijih Nikel Laterit yang berkadar tinggi (2,30%) semakin menipis jumlah cadangannya. Agar bijih Nikel kadar rendah tersebut dapat bernilai, kemudian didirikan pabrik peleburan bijih Nikel menjadi produk logam FeNi.

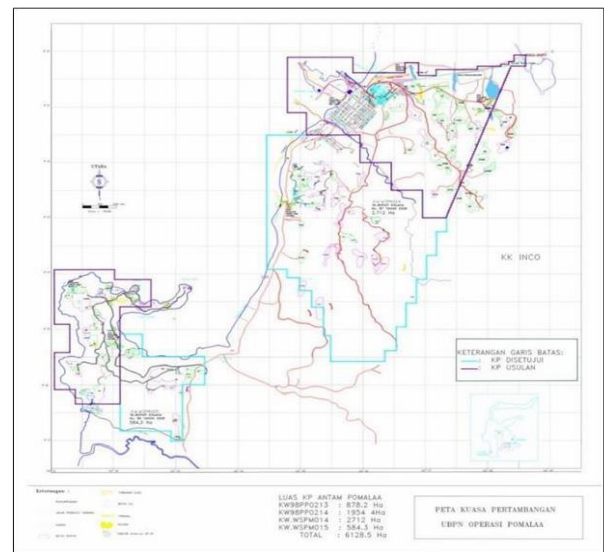
Pelaksanaan pembangunan pabrik unit I dimulai pada 12 Desember 1973 dengan pemancangan tiang pertama dan selesai dikerjakan selama dua tahun. Tanggal 14 Agustus 1976 dapur listrik Unit I dengan daya 20 MVA (18 MW) mulai produksi secara komersial dan selanjutnya pabrik FeNi diresmikan oleh Wakil Presiden Sri Sultan Hamengkubuwono IX pada tanggal 23 Oktober 1976.

Pabrik FeNi Unit II mulai dibangun pada 2 November 1992 dan sekitar bulan Februari 1995 sudah mulai produksi. Pabrik FeNi II diresmikan oleh Presiden RI, Bapak Soeharto pada 11 Maret 1996. Untuk meningkatkan mutu dan kualitas produksi dalam pasar internasional, pabrik FeNi III dibangun pada bulan Desember 2003 dengan kepala proyek pembangunan pabrik FeNi III adalah Ir. Martinur Rongre dan selesai dibangun pada Februari 2006, tetapi FeNi III resmi beroperasi pada 29 Januari 2007.

Untuk menjalankan pabrik Fero Nikel, digunakan mesin diesel sebagai pembangkit listrik yang terdiri dari 3 unit yaitu PLTD I, PLTD II, dan PLTD III yang berinterkoneksi paralel sebelum didistribusikan ke masing-masing peralatan. Setiap PLTD I dan PLTD II terdiri dari masing-masing 5 unit mesin diesel dimana tiap unitnya memiliki kapasitas daya 5,8 MW. Sedangkan PLTD III terdiri dari 6 unit, dengan kapasitas daya 17 MW untuk masing-masing unit. Lalu pada 17 Desember 2012 PT.ANTAM (Persero) Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara

telah melakukan penandatanganan kontrak EPC (*Engineering, Procurement, and Construction*) sebagai bagian dari proyek modernisasi dan optimasi pabrik Fero Nikel Pomalaa, dengan membangun PLTU Batubara dengan tipe CFB (*Circulating Fluidised Bed*) dengan kapasitas 2 x 30 MW dan telah dioperasikan secara komersial pada akhir 2016. Penambangan bijih nikel Unit Bisnis Penambangan Nikel Pomalaa mencakup daerah KP (Kuasa Penambangan) seluas 6324 hektar. Keempat daerah penambangan tersebut PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara, masing-masing mempunyai luas wilayah sebagai berikut:

- a. Tambang Utara
Berdasarkan IUP WSPM 016 SK Bupati Kolaka No. 198 Tahun 2010 dengan luas 1954 hektar meliputi wilayah penambangan sekitar bukit-bukit Pomalaa sebelah utara, batas wilayah daerah utara yaitu sungai Huko-Huko, sedangkan batas sebelah selatan adalah sungai Komoro.
- b. Tambang Tengah
Berdasarkan IUP WSPM 014 SK Bupati Kolaka No. 202 Tahun 2010 dengan luas 2712 hektar.
- c. Tambang Selatan
Berdasarkan pada 2 (dua) IUP, yakni WSPM 05 dengan luas 584,3 hektar dan IUP WSPM 017 dengan luas 878,2 hektar meliputi gugusan bukit-bukit dibagian utara Sungai Oko-Okoko, Tanjung Batu Kilat, Kajuangin, Tanjung Lepe. Sedangkan batasan sebelah utara daerah selatan adalah sungai Sapuran dan batasan sebelah selatan adalah Sungai Oko-Okoko.
- d. Pulau Maniang
Berdasarkan IUP WSPM 003 dengan 192 hektar.



Gambar 1. Peta Kuasa Pertambangan UBPN Operasi Pomalaa

Akan tetapi pabrik FeNi I telah dihentikan pada tahun 2013 seiring dimulainya P3FP yang bertujuan sebagai proyek perluasan untuk membangun pabrik peleburan FeNi IV dan bertepatan pada 29 Maret 2015, PT. ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel

Sulawesi Tenggara melakukan *preheating Furnace-4* yang berada di pabrik peleburan FeNi IV agar dapat melakukan proses *switch on* pada pertengahan bulan April 2015 dan menggantikan operasi *Furnace-1* yang dimana sebelumnya pabrik FeNi I hanya berkapasitas 17 MW menjadi berkapasitas 38 MW.

3 Kajian Teori

3.1 Peralatan Pemboran *Inpit drill*

Alat-alat pemboran merupakan alat yang digunakan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pembangunan suatu struktur. Alat pemboran merupakan faktor penting pada sebuah proyek, terutama proyek-proyek konstruksi maupun pertambangan dan kegiatan lainnya dengan skala yang besar. Tujuan dari penggunaan alat-alat tersebut adalah untuk memudahkan manusia dalam mengerjakan pekerjaannya, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai dengan lebih mudah dengan waktu yang relatif lebih singkat.

Penggunaan alat-alat pemboran yang kurang tepat dengan kondisi dan situasi lapangan pekerjaan akan berpengaruh pada kegiatan lanjut penambangan. Kerugian yang dapat disebabkan oleh kesalahan pemilihan dan penggunaan alat berat antara lain rendahnya hasil *core* sampel Nikel, tidak teranalisa dengan baik sebaran *high grade* dan *low grade* dan kerugian dalam segi biaya. PT. ANTAM Tbk. UBPN Sulawesi Tenggara melakukan pemboran cadangan, proses penambangan dengan metode *selective mining*. Saat ini, perusahaan menggunakan alat-alat pemboran berupa mesin penggerak *Yanmar TF 105MA-di*, mesin bor *Koken YH-0*, mata *borwidya*, *tube* dan *core box* untuk mencari nilai Nikel yang potensial ditambang.

3.2 Mesin Penggerak *Yanmar TF 105MA-di*

Mesin penggerak yang digunakan pada *inpit drill* adalah mesin penggerak tipe *Yanmar TF 105MA-di* dengan kekuatan 8.5 pk. Mesin ini berfungsi sebagai penggerak alat bor saat pengerjaan dengan sistem manual. Mesin penggerak ini menggunakan bahan bakar berupa solar dengan kapasitas ± 12 liter.



Gambar 2. Mesin Penggerak *Yanmar TF 105MA-di*

3.3 Mesin BorKoken YS-01.

Dalam kegiatan *inpit drill* PT.ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel menggunakan mesing bor Koken dengan tipe YS-01



Gambar 3. Mesin Bor Koken YS-01.

3.3 Mata Bor 6 Skala *Mosh*

Mata bor yang digunakan yaitu bertipe *widya* dengan kekerasan yang dimiliki 6 Skala *Mosh*. Sedangkan gabungan dari mata bor dengan batang dinamakan *tungsten bit*. Mata bor yang dipakai sebanyak 6 buah.



Gambar 4. Mata Bor 6 Skala *Mosh*

3.4 Tupe Atau *Core Drill*

Tupe Atau Core Drill berfungsi untuk mengangkut core dengan cara langsung menghubungkannya ke mata bor. *Tube* yang ada pada kegiatan ini terdiri atas dua yaitu *tube* dengan panjang 50 cm dan 100 cm.



Gambar 5. *Tube* atau *Core Drill*

3.5 Body Protector Core

Body protector core berfungsi sebagai alat untuk melakukan penumbukan untuk mengeluarkan hasil dari pemboran.



Gambar 6. Body Protector Core

3.6 Biaya Penambangan

3.6.1 Biaya Kepemilikan (Owning Cost)

Biaya kepemilikan (*owningcost*) merupakan biaya yang harus dikeluarkan pemilik alat berat tersebut walaupun alat tidak beroperasi tetapi biaya ini tetap harus dibayarkan. Biaya kepemilikan antara lain:

3.6.1.1 Average Investment

Average Investment adalah penanaman modal rata (tiap tahun nilainya sama) selama dipakainya alat mekanis sebagai modal kerja, persamaan untuk mencari *average investment* adalah sebagai berikut^[1]:

$$\text{Average Investmet} = \frac{((n+1)/2n) \times 100\%}{1} \quad (1)$$

3.6.1.2 Biaya Depresiasi (Depreciation Cost)

Penyusutan (depresiasi) adalah harga modal yang hilang pada suatu peralatan yang disebabkan oleh umur pemakaian. Guna menghitung besarnya biaya penyusutan perlu diketahui terlebih dahulu umur kegunaan dari alat yang bersangkutan dan nilai sisa pada batas akhir umur kegunaannya. Terdapat banyak cara yang digunakan untuk menentukan biaya penyusutan. Salah satu metoda yang banyak digunakan adalah "*Straight Line Method*" yaitu turunya nilai modal dilakukan dengan pengurangan nilai penyusutan yang sama besarnya sepanjang umur kegunaan dari alat tersebut, persamaannya adalah sebagai berikut^[2]:

$$\text{Depretation Rate} = \frac{\text{Total Investment Residual Value}}{\text{LifeinYears}} \quad (2)$$

3.6.1.3 Interest, Insurance, Tax, Storage

Interest merupakan biaya bunga yang harus dibayarkan pemilik terhadap investasi yang dimiliki, terutama bagi

pemilik yang membeli unit secara angsuran (*leasing*) biasanya besarnya adalah 6%.

Insurance adalah biaya penjaminan terhadap kerusakan alat yang diakibatkan kecelakaan kerja ataupun bencana alam, bergantung dari jenis polis asuransi yang dipilih. Biasa harga yang harus dibayarkan untuk asuransi berupa 1% - 3% dari harga alat

Tax merupakan pajak-pajak yang dibebankan pada *average investment* besarnya biasanya adalah 1,5%-2%.

Storage merupakan biaya penggudangan alat besarnya adalah 1%. Biasanya total persenan dari *interest, insurance, tax, storage* adalah 10% - 12%.

3.6.2 Biaya Operasional (Operating Cost)

Biaya operasi merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pengoperasian sebuah alat. Biaya ini dikeluarkan jika suatu alat dipakai secara terus menerus selama proses produksi tambang berlangsung. Operator yang menggerakkan alat juga termasuk dalam biaya pengoperasian alat. Biaya ini meliputi:

3.6.2.1 Bahan Bakar

Kebutuhan bahan bakar (*fuel*) perjam pada masing- masing alat berbeda berdasarkan jenis alat (merk mesin) dari mesin. Data kebutuhan bahan bakar ini biasanya dapat diperoleh dari pabrik produsen alat atau dealer alat yang bersangkutan. Pemakaian bahan bakar setiap jam akan bertambah bila mesin bekerja lebih berat atau berkurang bila mesin bekerja lebih ringan. Biaya bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut

$$\text{Biaya Bahan Bakar} = \text{kebutuhan bahan bakar (liter/jam)} \times (\text{US\$/Liter}) \quad (3)$$

3.6.2.2 Bahan Pelumas, Gemuk, Saringan

Untuk kebutuhan bahan bahan tersebut, setiap alat berbeda sesuai dengan kondisi pekerjaan, bahan pelumas terdiri dari, oli mesin, oli transmisi, oli hidrolis, oli final drive, gemuk. Persamaan untuk menghitung "biaya bahan pelumas"^[3] adalah sebagai berikut:

$$\text{Biaya Bahan Pelumas} = \text{Keb.Bahan Pelumas} \times \text{Harga per Liter} \quad (4)$$

Sedangkan biaya filter biasanya diambil 50% dari jumlah biaya pelumas di luar bahan bakar, persamaan dalam menghitung biaya filter adalah:

$$\text{Biaya Filter per Jam} = \frac{\text{Jumlah Filter} \times \text{Harga Filter}}{\text{LamaPenggantian Filter (jam)}} \quad (5)$$

3.6.2.3 Biaya Perbaikan (Repair Cost)

"Selain perawatan berkala seperti pergantian oli, saringan oli, saringan minyak, dan perawatan rutin lainnya, kerusakan pada unit juga sering terjadi. Untuk itu biaya perbaikan (*repair cost*) juga harus

diperhitungkan". Biaya Perbaikan (*Repair Cost*) dapat dihitung dengan persamaan ^[4] sebagai berikut:

$$\text{Biaya Perbaikan} = \frac{\text{Repair Factor} \times \text{Harga Unit}}{\text{Usia Pakai Alat}} \quad (6)$$

3.6.2.4 Gaji Operator (*Operator Salary*)

Gaji operator menjadi salah satu hal yang harus diperhitungkan dalam perhitungan biaya produksi alat berat. Biasanya operator digaji berdasarkan jam kerja mereka, namun di beberapa perusahaan operator alat berat menjadi karyawan tetap, sehingga gaji operator dibayarkan per bulan.

3.6.2.5 Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*)

Merupakan biaya *over head* yang dikeluarkan untuk menunjang dan meningkatkan efisiensi proses produksi, biaya tak langsung diantaranya, komisi kerja, presentase untuk supervisor, pembiayaan staf ahli^[5].

3.6.2.6 Jasa Kontraktor

Kontraktor adalah pihak ketiga sebagai pelaksana suatu proyek sesuai dengan keahliannya. Sistem kontraktor adalah surat penawarannya sudah diterima dan juga telah diberikan surat penunjukkan serta telah mentanda tangani surat perjanjian pemborong kerja dan pemberi tugas yang berhubungan dengan pekerjaan proyek yang dijalankan. Berikut ini adalah penjelasan mengenai tugas dan tanggung jawab kontraktor dan sistem pembayaran kontraktor:

3.6.2.7 Tugas dan Tanggung Jawab Kontraktor

Tugas dan tanggung jawab kontraktor didasarkan pada pemilik proyek atau pun *owner*. Kontraktor akan diawasi oleh tim pengawas yang telah dipekerjakan oleh pemilik (*owner*). Kontraktor dapat berkonsultasi kepada tim pengawas apabila terjadi masalah dalam pelaksanaan proyek. Berikut adalah beberapa tugas dan tanggung jawab dari kontraktor, diantaranya:

- Pekerjaan pelaksana konstruksi harus sesuai dengan peraturan dan spesifikasi yang telah direncanakan dalam kontrak perjanjian.
- Melaporkan kemajuan pelaksanaan proyek yang terjadi dalam halnya laporan harian, mingguan, serta bulanan kepada pemilik proyek diantaranya adalah pelaksanaan pekerjaan, kemajuan kerja yang dicapai, jumlah tenaga kerja, permasalahan yang terjadi, pengaruh alam seperti cuaca dan sebagainya.
- Terlaksananya jadwal kerja yang telah direncanakan.
- Tugas lain yang disepakati bersama sebelum memulai proyek.

3.6.2.8 Sistem Pembayaran Kontraktor

Sistem pembayaran kontraktor terdapat dua faktor yang digunakan dalam hubungan kerja antara pihak *owner* dengan pihak kontraktor, diantaranya:

- Berdasarkan tonase hasil produksi dimana sistem pembayaran dilakukan dengan kesepakatan harga per tonase hasil produksi.
- Berdasarkan *hours meters* (HM) alat mekanis dimana sistem pembayaran berdasarkan *hours meters* dilakukan dengan kesepakatan harga dari per HM alat mekanis beroperasi setiap jamnya

3.3 Kajian Ekonomi

Investasi merupakan kegiatan jangka panjang, dimana selain investasi tersebut perlu pula *disc* dari awal bahwa investasi akan diikuti oleh sejumlah pengeluaran lain yang secara periodik perlu disiapkan^[7].

Investasi adalah penanaman modal untuk satu atau lebih aktivitas yang dimiliki dan biasanya berjangka waktu lama dengan harapan mendapatkan keuntungan dimasa yang akan datang^[8].

3.3.1 Pendapatan

Pendapatan diperhitungkan sebagai hasil perkalian antara jumlah unit yang diproduksi dan terjual dalam satuan waktu bisa pertahun, perbulan, atau perminggu dengan harga jual produk per unit. Selain dari hasil penjualan produk, pendapatan juga diperoleh dari nilai sisa harta terwujud^[9].

3.3.2 Aliran kas (*Cash flow*)

Merupakan data tentang uang masuk dan uang keluar dari suatu kegiatan yang dihitung untuk setiap waktu periode tertentu. Aliran kas menggambarkan kondisi keuangan pada masa sekarang dengan masa yang akan datang.

Aliran kas masuk merupakan komponen dalam aliran kas yang menyebabkan aliran kas bernilai positif. Sedangkan, aliran kas keluar yang merupakan komponen dalam aliran kas yang menyebabkan aliran kas bernilai negatif.

Perhitungan aliran kas dapat diilustrasikan pada Tabel 1, dimana langkah pertama menentukan pendapatan, biaya operasi langsung untuk menentukan keuntungan operasional. Biaya tidak langsung seperti biaya overhead, harus ditentukan. Pengurangan keuntungan operasional oleh biaya tidak langsung menghasilkan keuntungan sebelum pajak

Tabel 1. Contoh *Form* Aliran Kas

Komponen Aliran Tunai	Tahun		
	Ke-1	Ke-2	Ke-n
Kuantitas Batubara (Ton)			
Harga Batubara (\$/ton)			
Pendapatan Kotor (\$)			
Royalti (\$)			
Pendapatan Setelah Royalti (\$)			
Biaya Operasi (\$)			
Keuntungan Sebelum Pajak (\$)			
Depresiasi (\$)			
Keuntungan Terpakai (\$)			
Pajak (\$)			
Keuntungan Setelah Pajak (\$)			
Aliran kas (\$)			

Langkah selanjutnya adalah menghitung pajak, yang dilakukan dengan cara mengurangi semua potongan yang diijinkan sebelum pajak keuntungan, seperti depresiasi untuk memberi basis pajak. Depresiasi adalah biaya non-kas yang digunakan untuk menentukan pajak, dan tidak memiliki penggunaan lainnya dalam pembuatan aliran kas.

3.3.3 Net Present Value (NPV)

Net Present Value (NPV) adalah metode menghitung nilai bersih (*netto*) pada waktu sekarang (*present*)^[10]. “Asumsi *present* yaitu menjelaskan waktu awal perhitungan bertepatan dengan saat evaluasi dilakukan atau pada periode tahun ke nol (0) dalam perhitungan *cash flow investasi*”. Nilai NPV dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$NPV = Total Present Value - Initial Investment \quad (7)$$

Keterangan :

i = nilai *discountrate* tertentu

Jika $NPV > 0$ merupakan usaha proyek yang layak (*feasible*) untuk dilaksanakan atau dengan kata lain bahwa sejumlah positif dari NPV yang dihitung dari investasi tersebut dan juga bahwa investasi tersebut diharapkan akan menghasilkan tingkat keuntungan yang lebih tinggi daripada tingkat keuntungan yang dikehendaki.

$NPV < 0$ merupakan usaha proyek yang tidak layak untuk dilaksanakan. NPV sama dengan nol merupakan usaha proyek yang dalam keadaan BEP.

Untuk membandingkan dua proyek yang mana akan dipilih dapat dilakukan dengan membandingkan kedua nilai NPV proyek, dimana NPV proyek yang lebih besar adalah suatu proyek yang layak. Sedangkan untuk *present value* (PV), berguna untuk menghitung nilai sekarang dari suatu deret angsuran seragam di masa yang akan datang dari suatu jumlah tunggal yang telah disama ratakan pada akhir periode pada suatu tingkat bunga.

3.3.4 Internal Rate of Return (IRR)

Internal Rate of Return (IRR) adalah kemampuan *cash flow* dalam mengembalikan modal awalnya. IRR merupakan kriteria penilaian lain yang digunakan dalam analisis finansial dengan tujuan untuk menjelaskan apakah rencana proyek investasi penambangan batubara cukup menarik bila dilihat dari indikator tingkat efisiensi dari laju pengembalian investasi yang telah ditentukan. Suatu proyek atau investasi dapat dilakukan apabila laju pengembalian (*rate of return*) lebih besar dari pada laju pengembalian apabila melakukan investasi di tempat lain (bunga deposito bank, dan lain-lain)^[11].

IRR digunakan dalam menentukan apakah investasi dilaksanakan atau tidak, untuk itu biasanya digunakan acuan bahwa investasi yang dilakukan harus lebih tinggi dari *Minimum acceptable rate of return* atau *Minimum attractive rate of return*. *Minimum attractive rate of return* adalah laju pengembalian minimum dari suatu investasi yang berani dilakukan oleh investor.

Dalam analisis investasi, nilai IRR ini ditentukan aturan, yaitu Jika $IRR >$ (lebih besar) dari pada laju pengembalian (*i*) yang diinginkan (*required rate of return-ROR*), maka proyek investasi diterima. Sedangkan, Jika $IRR <$ (lebih kecil) daripada laju pengembalian (*i*) yang diinginkan (*required rate of return-ROR*), maka proyek investasi ditolak.

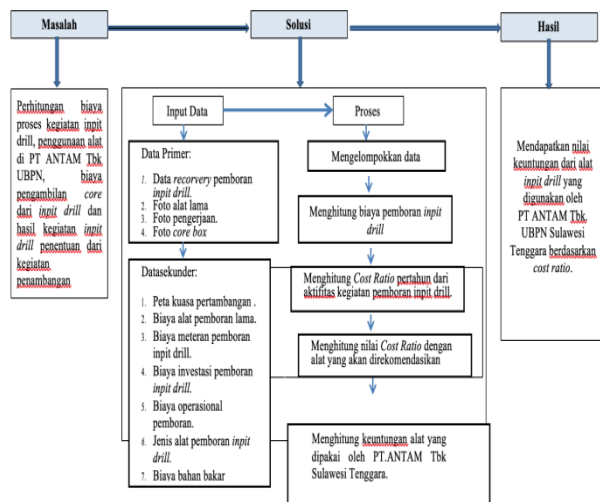
Perhitungan IRR dilakukan pada aliran kas setelah terbebani pajak selama umur proyek berlangsung. IRR dapat dihitung dengan bantuan software. Adapun persamaan yang digunakan pada perhitungan sebagai berikut:

$$IRR = i_1 + NPV_1 / ((NPV_1 - NPV_2) / (i_2 - i_1)) \quad (8)$$

3.3.5 Payback Period

Payback period merupakan jangka waktu yang diperlukan untuk dapat mengembalikan modal suatu investasi, yang dihitung dari aliran kas. Metode *payback period* dapat digunakan apabila ditemukan alternatif proyek dimana keduanya memiliki kelayakan yang sama jika dilihat dari NPV, dan IRR. *Payback period* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan^[12]

$$Payback\ period = n + a/b \times 1\ tahun \quad (9)$$



Gambar 10. Kerangka Konseptual

4 Metode Penelitian

4.1 Jenis Penelitian

Metode penelitian yang berfungsi untuk memilih (*need to choose*) dan mengetahui keefektifan suatu program adalah dengan penelitian evaluasi (*evaluation research*). Dengan metode penelitian evaluasi akan dapat dipilih alternatif yang terbaik, dan dapat diketahui seberapa jauh suatu program tercapai.”

Penelitian ini penulis akan memilih metode pengadaan alat pemboran *inpit* yang efektif dan efisien untuk pengalihan bijih Nikel pada tahun 2019 hingga 2022 di PT ANTAM Tbk. Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara.

4.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang dilakukan dalam pengumpulan data adalah teknik observasi dan sebagian besar data yang dipakai adalah data sekunder yang didapatkan dari perusahaan.

4.2.1 Studi Literatur

Studi literatur merupakan pencarian bahan pustaka terhadap masalah yang akan dibahas meliputi studi tentang analisis mengenai Biaya alat pemboran penambangan melalui berbagai percobaan, buku-buku, jurnal atau laporan studi yang sudah ada.

4.2.2 Pengambilan Data

4.2.2.1 Data primer

1. Data *Recovery* Pemboran *Inpit drill*
Data yang diperoleh perhitungan efektifitas pemboran *inpit drill* didapat dan bentuk dari *core* yang didapat dari *inpit drill*.
2. Foto Alat Lama
Dari hasil langsung di lapangan dengan memperhitungkan *cycle time*, *core* yang didapat dari pemboran *inpit drill*. Alat lama yang digunakan yaitu Yanmar 8 pk dengan memperlihatkan

keadaan alat lama yang sangat minim dan tenaga yang masuk manual.

3. Foto Core Box
Melihat bentuk hasil *core* yang didapat dari hasil pemboran dan melihat *loose* hasil pemboran yang didapat oleh proses *inpit drill*.

4.2.2.2 Data sekunder

1. Peta kuasa pertambang
2. Peta yang menjelaskan situasi pertambangan di daerah PT. ANTAM Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara
3. Biaya alat pemboran lama
4. Biaya meteran pemboran *inpit drill*
5. Biaya investasi & operasional pemboran *inpit drill*
6. Jenis alat pemboran *inpit drill*
7. Biaya bahan bakar

5 Hasil Dan Pembahasan

Untuk mendapatkan nilai keuntungan dari alat *inpit drill* yang digunakan oleh PT. ANTAM Unit Bisnis Penambangan Nikel Sulawesi Tenggara berdasarkan *cost ratio* maka perlu mendapatkan biaya yang telah di jabarkan di atas, dimana kegiatan pemboran *inpit drill* ekonomi suntut dilakukan sehingga sesuai dengan keadaan perusahaan yang tetap mempertahankan kegiatan *inpit drill* meskipun sudah ada kegiatan eksplorasi awal. Pemboran *inpit drill* dilakukan dengan alat yang sangat manual dan sederhana dan tidak sesuai upah *core* dari *inpit* tersebut tidak sesuai dengan hasil yang didapatkan.

Setelah semua data yang ada diolah selanjutnya dilakukan analisis data yang sudah diolah. Dari *cash flow* yang sudah ada kemudian dianalisis kelayakannya apakah layak untuk jadi alternatif atau tidak. Untuk analisis sendiri digunakan tiga metode, yakni *Cost Ratio* dengan mengetahui perbandingan benefit yang akan di peroleh perusahaan.

Setelah analisis selesai dilakukan dan sudah menghasilkan beberapa alternatif, kemudian dilakukan pemilihan alternatif terbaik, yang kemudian akan menjadi rekomendasi kepada perusahaan. Secara umum dilakukan dua kali analisis, yakni:

- a. Analisis kelayakan
- b. Analisis pemilihan alternatif terbaik

Kesimpulan diperoleh dari hasil pengamatan lapangan, perhitungan, dan analisis data. Kemudian dihasilkan suatu rekomendasi yang bermanfaat bagi perusahaan. Serta saran-saran agar apa yang direkomendasikan bisa dilaksanakan oleh perusahaan mekanik dari bahan galian tersebut, geometri lereng, adanya bidang diskontinuitas, air tanah dan gempa bumi atau getaran.

Tabel 2. Biaya Total *Inpit drill*

No	Komponen Biaya	Total Biaya	Tahun					Inflasi	2022
			2017	2018	2019	2020	2021		
1	Biaya Investasi (Tetas)	21.200.000	21.200.000						7%
	Biaya Investasi (Tidak Habis Pakai)	289.837.246	50.400.000	53.938.000	57.702.960	61.742.167	66.064.119	70688607,	
2	Biaya Operasional	1.139.055.777	198.071.200	211.936.184	226.771.717	242.645.737	259.630.939	277805104	
3	Biaya Pemeliharaan	6.095.783	1.060.000,00	1.134.200	1.213.594	1.298.546	1.389.444	1488704,8	
4									
Total		1.456.188.806	270.731.200	266.998.384	285.688.271	305.686.450	327.084.501	349890416	
Biaya Investasi dan Operasional Tahun Pertama			316.331.200						
m		4,224							
dm		528							
cost/m		64,094	64,093,56						
cost/dm		512,748							
ORE/dm		470,588235							

5.1 Alur Kegiatan Inpit drill

Berikut ini dijelaskan bagaimana alur dari kegiatan pemboran inpit yang dilakukan:

5.1.1 Penentuan Lokasi Titik Bor

Lokasi titik bor ditentukan dengan koordinat sesuai dengan kebutuhan perusahaan, spasi yang digunakan yaitu 12,5 meter atau dapat diperkirakan dengan hitungan langkah kaki 12 langkah kaki. Penentuan lokasi titik bor ditentukan dengan koordinat sesuai dengan kebutuhan perusahaan, spasi yang digunakan yaitu 12,5 meter atau dapat diperkirakan dengan hitungan langkah kaki 12 langkah kaki.

5.1.2 Moving alat bor

Pada saat kegiatan pemboran telah selesai dilakukan maka akan dipindahkan ke titik bor selanjutnya, dalam pemindahan alat bor biasanya dibantu oleh buldozer.



Gambar 11. Moving Alat Bor menggunakan Buldozer

Sebelum kegiatan bor akan dilakukan, maka pekerja terlebih dahulu mendirikan menara lalu memposisikan kembali alat bor tegak lurus terhadap kedudukannya agar alat bor tidak goyang, lalu dilanjutkan dengan memanaskan alat bor.

Selanjutnya pemasangan *tube* dengan panjang 50cm karena jika dengan menggunakan *tube* panjang 100cm jarak spasi antara *spindel* dengan tanah tidak memungkinkan untuk pemasangan *tube*.



Gambar 12. Pemasangan Alat Bor

Proses pemboran yang dimaksud adalah saat mesin penggerak telah terpasang *tube* nya, yang dilanjutkan terhadap proses *running* hingga *core* yang di dapatkan dalam kedalaman tertentu telah tercapai.



Gambar 13. Proses Pemboran

Setelah kedalaman bor telah tercapai, maka *tube* akan dilepaskan dari lubang bor dengan bantuan 3 orang operator, 2 operator mengangkat batang bor sedangkan orang lagi sebagai pencabut *tube* untuk dibawa ke *body protec core* agar bisa ditumbuk.

5.1.3 Penumbukan core

Tube yang telah dilepaskan lalu dibawa ke *body protector core* untuk dilanjutkan ke tahap penumbukan, dimana proses ini dilakukan oleh dua orang. Satu orang sebagai penumbuk dan satu lagi untuk menampung core hasil tumbukan.



Gambar 14. Penumbukan Core

Setelah hasil *coring* ditumbuk, maka *core* dimasukkan ke dalam *core box* dengan cara didorong perlahan sesuai dengan titik lokasi bor nya dan kedalamannya.



Gambar 15. Core didalam Core Box



Gambar 16. Alur Kegiatan Pemboran

Area *existing section A-A'* lereng tidak mengikuti kajian geoteknik dan geometri lereng rekomendasi kajian geoteknik sebelumnya yaitu dengan tinggi *individual slope* 15 meter, lebar jenjang 7,5 meter dan *individual face angel* 70⁰, sehingga pada tahun 2018 lereng pada area *existing front* II mengalami kelongsoran, dengan tinggi lereng 18 meter dan sudut 85⁰. Longsoran terjadi pada batuan yang mengalami pelapukan dimana longsoran diidentifikasi berupa longsoran busur.

5.2 Perhitungan Kegiatan *Inpit drill*

5.2.1 Cycle Time

Cycle time dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1 (satu) sebagai berikut:

$$Ct = w_p + w_r + w_c + w_t \quad (10)$$

Keterangan :

W_p = Waktu pasang (detik)

W_r = Waktu running (detik)

W_c = Waktu cabut (detik)

W_t = Waktu tumbuk (detik)

Waktu pasang, waktu *running*, waktu cabut, dan waktu tumbuk. Dari hasil penelitian lapangan, maka didapatkan data *cycle time* masing-masing lubang bor yaitu hasil *coring* ditumbuk, maka *core* dimasukkan ke dalam *core box* dengan cara di dorong perlahan sesuai dengan titik lokasi bor nya dan kedalamannya

Tabel 3. *Cycle time inpit drill*

No	Tanggal Kegiatan	Titik Bor	Kedalaman (m)	CT (jam)
1	13 Juli 2018	TB 18135	4,9	1,05
2	14 Juli 2018	TB 18136	17,9	2,12
3	15 Juli 2018	TB 18137	5	1,59

Kecepatan produksi pemboran merupakan perbandingan kedalaman pemboran (H) dalam satu siklus dengan *cycle time*. Perhitungan kecepatan pemboran dapat menggunakan persamaan 2 (dua) berikut:

$$v = \frac{H}{Ct} \quad (11)$$

Keterangan:

V = Kecepatan produksi pemboran (meter/jam)

H = Kedalaman pemboran dalam satu siklus (meter)

Ct = Cycle Time (jam)

Dari hasil penelitian di lapangan maka didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 4. Kecepatan Produksi Pemboran

No	Tanggal Kegiatan	Titik Bor	Kedalaman (m)	CT (jam)	Kec Prod Pemboran (m/jam)
1	Juli 2018	TB 18135	4,9	1,05	4,62
2	Juli 2018	TB 18136	17,9	2,12	8,41
3	Juli 2018	TB 18137	5	1,59	3,14

5.2.2 Efektifitas Pemboran

Efektifitas pemboran dinyatakan dalam persen waktu produktif terhadap waktu terjadwal. Perhitungan efektifitas pemboran menggunakan persamaan 3 (tiga) berikut:

$$UA = \frac{w}{w + s} \times 100\% \quad (12)$$

Keterangan:

UA = Use of Availability (%)

W= lamanya beroperasi (jam)

S= waktu hambatan yang terjadi (jam)

Dari hasil penelitian lapangan di dapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Efektifitas Pemboran

No	Tanggal Kegiatan	Titik Bor	Lama Operasi (jam)	Total Hambatan(jam)	Use of Availability (%)
1	Juli 2018	TB 18135	2,05	0,02	98,66
2	Juli 2018	TB 18136	4,43	0,19	95,86
3	Juli 2018	TB 18137	2,15	0,04	98

5.2.3 Biaya alat pemboran inpit drill

Perhitungan biaya alat pemboran *inpit drill* bertujuan untuk mengetahui keekonomisan biaya pemboran *inpit drill* yang dibutuhkan dalam tahun 2019 hingga 2022. Perhitungan biaya pemboran *inpit drill* ini dapat dilakukan setelah data yang dibutuhkan telah terkumpul.

Tabel 6. Biaya Alat Pemboran

No	Uraian	Konsumsi			Harga Satuan	Total	Tahun					
		Hari	Bulan	Tahun			2017	2018	2019	2020	2021	
Pelumas												
1	Oil mesin	10	120	liter	34.000	4.080.000	4.080.000	4.983.600	4.671.252	4.998.175	5.348.058	
2	Oil gear	30	360	liter	50.000	1.500.000	1.500.000	1.800.000	1.717.350	1.837.650	1.966.394	
3	Grease	30	360	liter	20.000	6.000.000	6.000.000	7.136.000	5.485.500	5.880.206	6.291.821	
Konsumsi BBM												
1	BBM	10	120	2640	liter	12.500	33.000.000	33.000.000	35.310.000	37.781.700	40.416.419	43.256.268
Kebutuhan Pekerja												
1	Air minum	152	1584	galion	15.000	23.760.000	23.760.000	25.425.200	27.202.824	29.107.032	31.144.513	
2	Galon	4	4	pcs	60.000	240.000	240.000	258.800	274.776	294.010	314.261	
Spare Part												
1	Wolva (mata bor tungsten)	1200	1200	pcs	50.000	60.000.000	60.000.000	64.200.000	68.664.000	73.502.580	78.647.761	
2	Lew chock (penjepit batang bor)	12	12	set	600.000	7.200.000	7.200.000	7.704.000	8.243.280	8.820.510	9.437.751	
3	Van belt ukuran B 34	20	20	pcs	50.000	1.000.000	1.000.000	1.070.000	1.144.800	1.225.045	1.310.796	
4	Silinder head kubota B 5 PK	8	8	pcs	50.000	400.000	400.000	428.000	457.960	490.017	524.518	
5	Filter saringan kubota B 5 PK	12	12	pcs	20.000	240.000	240.000	258.800	274.776	294.010	314.261	
6	Kencop pipa ukuran 2"	12	12	pcs	150.000	1.800.000	1.800.000	1.926.000	2.066.800	2.220.977	2.390.493	
Barang Umum												
1	Tempel (warna coklat) ukuran 4 x 6	12	12	pcs	300.000	3.600.000	3.600.000	3.852.000	4.121.640	4.410.155	4.718.866	
2	Tali rafia	24	24	roll	100.000	2.400.000	2.400.000	2.568.000	2.747.760	2.940.103	3.145.810	
3	Pita	40	40	roll	100.000	4.000.000	4.000.000	4.280.000	4.579.600	4.900.172	5.249.184	
4	Tali nilon	12	12	roll	250.000	3.000.000	3.000.000	3.210.000	3.434.700	3.675.129	3.932.288	
5	Sandi penamban	10	10	pack	100.000	1.000.000	1.000.000	1.070.000	1.144.800	1.225.045	1.310.796	
6	Timpa spidol	12	12	pcr	50.000	600.000	600.000	642.000	686.540	735.026	786.478	
7	Pulpen	6	6	pack	100.000	600.000	600.000	642.000	686.540	735.026	786.478	
8	Plastik sampul	2	24	roll	100.000	2.400.000	2.400.000	2.568.000	2.747.760	2.940.103	3.145.810	
Jasa Pemboran Pekerjaan												
1	Jasa	15	352	4224	meter	10.050	42.075.000	42.051.200	45.422.784	48.801.279	52.004.545	55.844.884
Total						198.071.200	198.071.200	211.936.184	226.771.717	242.845.737	259.638.939	

5.2.4 Biaya alat pemboran inpit drill

Investasi pemboran *inpit drill* ini merupakan bentuk aktiva yang dibutuhkan dengan suatu harapan mendapatkan keuntungan pada masa depan. Investasi ini dibedakan dalam analisis perbandingan apabila perusahaan mengadakan produksi dengan pembelian alat berat dan apabila perusahaan mengadakan pemboran *inpit drill*, lampiran 3

Biaya investasi 2019

= Investasi 2018 + (Investasi 2018 x inflasi pertahun)

= 53.928.000+(7% x 53.928.000)

= 57.702.960

5.2.5 Biaya operasional pemboran inpit drill

Biaya Operasional pemboran *inpit drill* adalah biaya yang dikeluarkan untuk pengoperasian alat dalam proses penambangan jika perusahaan membeli alat sendiri. Biaya operasi untuk alat yang beroperasi pada PT. ANTAM Tbk. Unit bisnis penambangan nikel Sulawesi Tenggara terdiri dari biaya bahan bakar, kebutuhan pelumas, kebutuhan *spare part*, barang umum, dan jasa pemboran kerja. Biaya operasi alat ini

termasuk ke dalam biaya variabel, yaitu biaya yang berubah besarnya secara proporsional dengan jumlah produk yang dibuat.

Biaya Operasional 2019

$$= \text{Biaya Operasional 2018} + (\text{Biaya operasional 2018} \times \text{inflasi pertahun})$$

$$= 211.936.184 + (7\% \times 211.936.184)$$

$$= 266.771.717$$

5.2.6 Biaya pemeliharaan pemboran inpit drill

Perhitungan biaya pemeliharaan pemboran *inpit drill* bertujuan untuk mengetahui keekonomisan biaya pemeliharaan pemboran *inpit drill* yang dibutuhkan dalam tahun 2019 hingga 2022. Perhitungan biaya pemboran *inpit drill* ini dapat dilakukan setelah data yang dibutuhkan telah terkumpul, lampiran 5

Biaya pemeliharaan pemboran inpit drill

$$= \text{biaya total} \times 5 / 100$$

Biaya pemeliharaan pemboran inpit drill

$$= 21.200.000 \times 5 / 100$$

$$= 1.060.000$$

6 Kesimpulan Dan Saran

6.1 Kesimpulan

1. Kegiatan pemboran inpit merupakan kegiatan yang berbeda dengan pemboran eksplorasi rinci dengan jarak spasi yang diperkecil yaitu ± 12.5 meter
2. Kegiatan pemboran inpit sangat membantu pengawas dalam mengetahui kadar dari setiap zona lapisan
3. Produktifitas kegiatan pemboran pada Bukit Strada TB 18135, TB 18136, dan TB 18137, Cycle time pada *inpit drill*
 - a. Cycle time pada *inpit drill*
 - 1) TB 18135 : 1.05 jam
 - 2) TB 18136 : 2.12 jam
 - 3) TB 18137 : 1.59 jam
 - b. Kecepatan produksi pada pemboran *inpit drill*
 - 1) TB18135 kedalaman 4.62 m: 4.62 m/jam
 - 2) TB 18136 kedalaman 8.41 m: 8.41 m/jam
 - 3) TB 18137 kedalaman 5 m: 3.14 m/jam
 - c. Efektifitas pada pemboran *inpit drill*
 - 1) TB 18135: 98.66%
 - 2) TB 18136: 95.86%
 - 3) TB 18137 : 98%
 - d. Produktifitas pemboran pada pemboran *inpit drill*
 - 1) TB 18135 : 4.55 m/jam
 - 2) TB 18136 : 8.06 m/jam
 - 3) TB 18137 : 3.07 m/jam

- e. *Core recovery* pada pemboran *inpit drill*
 - 1) TB 18135 : 100%
 - 2) TB 18136 : 72%
 - 3) TB 18137 : 100%

6.2 Saran

1. Menentukan titik koordinat dalam pemboran inpit sebaiknya dengan alat *total station* agar titik yang di ambil lebih akurat dibandingkan hanya dengan bantuan GPS saja.
2. Sebaiknya *swelling* yang terjadi pada saat pemboran *inpit* tidak di masukkan ke dalam *core box*, karena akan mempengaruhi kualitas kadar dari *coring*.

Daftar Pustaka

- [1] Indonesianto,yanto.(2005). *Average Investment*. Universitas pembangunan nasional “Veteran” Jogjakarta.
- [2] Tenrisukki,(2003). Bahan Bakar. *Gunadarma. Bandung*.
- [3] Tensrisukki, (2003:109). Biaya Perbaikan. *Gunadarma. Bandung*.
- [4] Indonesianto, Yanto. (2005:V-13). Biaya Tak langsung “*Veteran*” *Jogjakarta*.
- [5] Giatman (2006:67). Ekonomi Tambang. *PT. Raja Grafindo persada, Jakarta*.
- [6] Sunariyah, (2003:4). Pengantar Pengetahuan Pasar Modal . *Universitas Muhamadiyah.Surakarta*.
- [7] Giatman, (2006:65). Ekonomi Tambang. *PT.Raja Grafindo persada, Jakarta*
- [8] Giatman, (2006:95). EkonomiTambang.*PT.Raja Grafindo Persada,Jakarta*.
- [9] Anam, Alfreda A Lau, dan Imam Nazarudin Latif. “Analisis Investasi pada Alat Berat Tambang di PT. Kaltim Prima Coal Sangatta”. *Jurnal Ekonomi. Samarinda: Universitas 17 Agustus1945*.
- [10] Bonita Intan Susimah.2017. “Kajian Ekonomis Pengadaan Alat Berat Penambangan Bijih Nikel LGSO Menggunakan Analisis Titik Impas dan Sensitivitas di Tapunopaka Site PT. ANTAM (Persero) Tbk. UBPN Sulawesi Tenggara”. *Jurnal Pertambangan. Jakarta: UniversitasTrisakti*.
- [11] Fathonic Yurnia H. 2018. “Estimasi Cadangan Insitu Melalui Kegiatan *Inpit drill* pada Bukit Everest, Cherokee, dan Strada di PT. ANTAM (Persero) Tbk. UBPN SULTRA”. *Tugas Akhir. Padang: Universitas NegeriPadang*.
- [12] Geomag. 2013. “Nikel, Komoditas Logam Strategi”. *Jurnal Geologi*.
- [13] Salmawati Kasbur Latiang. 2015. “Perhitungan Tonase Hasil Pemboran Inpit menggunakan metode Inverse Distance Weight (IDW) dan Luas Daerah Pengaruh pada Tambang Utara, Bukit Everest PT. ANTAM (Persero) Tbk. UBPN SULTRA”. *Laporan Penelitian tidak diterbitkan. Pomalaa: Program Strata 1 (Satu) Universitas Hasanuddin*