

# Produktivitas Pemboran *Inpit* pada Bukit Everest 9N2/TB.19005, 9N2/TB.19001, 9N2/TB.19002 dan 9N2/TB.19004 di PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA

Muhammad Dian<sup>1,\*</sup>, and Heri Prabowo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang

[\\*muhammaddian04@gmail.com](mailto:*muhammaddian04@gmail.com)

[\\*\\*heri.1978200@ft.unp.ac.id](mailto:**heri.1978200@ft.unp.ac.id)

**Abstract.** Drilling is an important activity in the mining industry where by making a hole perpendicular or tilted from the ground to a predetermined depth. Drilling carried out by PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA is a production drilling carried out to obtain ore samples or samples that are available to determine the amount of ore content and thickness at that location, this drilling is known as *inpit* drilling. *Inpit* drilling is carried out in areas that have been developed. Effectiveness and efficiency of *inpit* drilling activities during operations are needed to obtain optimal results in drilling activities. The condition of the equipment as well as the working time needed for the drilling activity flow is a very big influence on the productivity of *inpit* drilling. From processing data in drill holes 9N2/TB.19005, 9N2/TB.19001, 9N2/ TB.19002 and 9N2/TB.19004 the drilling effectiveness was 98.31%, 96.76, 97.66% and 98.44%. Drilling productivity was 8.93 m/hr, 7.06 m / hr, 6.01 m / hr and 5.76 m / hr, respectively. As well as core recovery *inpit* drilling for each drill hole is 96.92%, 93.08%, 100% and 88.46%.

**Keywords:** Drilling Productivity, Geomin drilling, *Inpit* Drilling, Ore, Revenue Reserved

## 1 Pendahuluan

Pemboran merupakan kegiatan yang penting pada industri pertambangan di mana dengan membuat lubang tegak lurus atau miring dari permukaan tanah sampai dengan kedalaman yang telah ditentukan guna mengambil dan merekam data geologi yang ditembus oleh alat bor.

Pemboran yang dilakukan oleh PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA merupakan pemboran produksi yang dilakukan untuk mendapatkan conto atau sampel dari *ore* yang ada untuk diketahui jumlah kadar dan ketebalan *ore* di lokasi tersebut. Pemboran produksi ini dikenal dengan istilah pemboran *inpit*<sup>[1]</sup>.

Pemboran *inpit* merupakan pemboran yang dilakukan pada area tambang yang sudah dilakukan proses *development*, yaitu meliputi *land clearing*, pengupasan *top soil*, dan pengupasan *overburden* hingga tertinggal lapisan-lapisan tipis *overburden* yang menutupi lapisan saprolite.

Lapisan saprolite merupakan lapisan dari batuan dasar yang sudah lapuk, berupa bongkah-bongkah lunak berwarna coklat kekuningan sampai kehijauan. Struktur

dan tekstur batuan asal masih terlihat. Perubahan geokimia zona saprolit yang terletak di atas batuan asal ini tidak banyak, H<sub>2</sub>O dan nikel bertambah, dengan kadar Ni keseluruhan lapisan antara 2%–4%, sedangkan magnesium dan silikon hanya sedikit yang hilang terlindi. Zona ini terdiri dari vein-vein garnierite, mangan, serpentin, kuarsa sekunder bertekstur *boxwork*, Ni-Kalsedon dan di beberapa tempat sudah terbentuk limonit yang mengandung Fe-hidroksida.

Pemboran *inpit* di PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA dilakukan oleh mitra kerja yaitu PT. Gihon Maritsa dengan menggunakan metode *rotary percussion drilling* di mana dilakukan dengan cara pemecahan batuan dengan memanfaatkan gerak putaran dan gaya dorong yang diberikan kepada mata bor.

Kondisi alat serta waktu kerja yang dibutuhkan untuk alur kegiatan pemboran menjadi pengaruh yang sangat besar bagi produktivitas pemboran *inpit* itu sendiri<sup>[2]</sup>.

Waktu kerja memiliki beberapa variabel antara lain yaitu waktu *delay* yang terdiri dari waktu keterlambatan memulai pengeboran, menunggu alat muat (*excavator*), mengatur alat, cuaca, tidak ada operator, ganti oli,

pasang dan lepas tenda, dan alat rusak. Data waktu *standby* terdiri dari tidak ada program kerja, istirahat sebelum waktunya, pulang sebelum waktunya, dan data waktu *repair* yaitu perbaikan kerusakan alat. Efektifitas dan efisiensi kegiatan pemboran *inpit* pada saat operasi sangat dibutuhkan untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam kegiatan pemboran *inpit*.

## 2 Tinjauan Pustaka

### 2.1 Sejarah PT. ANTAM Tbk UPBN Sulawesi Tenggara

Pada tahun 1909, bijih nikel di Pomalaa, Sulawesi Tenggara yang merupakan salah satu kekayaan alam Indonesia dieksplorasi dan ditambang oleh *E. C. Abendanon*. Kemudian pada tahun 1934, *Oast Borneo Maatschappij* (OBM) melakukan eksplorasi di Pomalaa dan menemukan endapan-endapan biji nikel berkadar 3,00-3,50 % Ni. Tahun 1939 sampai dengan 1942 OBM melakukan proses penambangan biji nikel di Pomalaa yang hasilnya dikirim ke Jepang.

Pada saat perang dunia ke II yaitu pada tahun 1942 sampai dengan 1945, Indonesia diduduki oleh Jepang, Sumitomo Metal Mining (SSM) lalu mengusulkan pembuatan tambang nikel Pomalaa yang akhirnya dibangun sebuah pabrik pengolahan yang menghasilkan nikel *matte*. Sampai menyerahnya Jepang ke tangan sekutu, pabrik tersebut telah menghasilkan 351 ton *matte*. Tetapi, akibat serangan sekutu pabrik pengolahan nikel di Pomalaa hancur berantakan. Dari nikel *matte* yang dihasilkan hanya 30 ton yang berhasil dikapalkan dan sisanya ditinggal di Pomalaa.

Kemudian berdasarkan PP No. 22 Tahun 1968 PT. Pertambangan Nikel Indonesia bersama BPU pertahun beserta PT/PN dan proyek dijarannya disatukan menjadi PN Aneka Tambang. Di Pomalaa selaku unit produksi bernama Unit Pertambangan Nikel Pomalaa. Pada tanggal 30 Desember 1974 status PN berubah menjadi PT. Aneka Tambang (Persero). Pada akhir tahun 2006, dilakukan perubahan logo perusahaan dan nama PT. Aneka Tambang disingkat menjadi PT. ANTAM, Tbk.

Mengingat cadangan biji nikel laterit kadar rendah ( $\leq 1,82$  % Ni) cukup besar sedangkan biji nikel laterit berkadar tinggi ( $\geq 2,30$  % Ni) semakin menipis, maka untuk memperpanjang jangka waktu penambangan nikel di Pomalaa dan agar biji nikel kadar rendah tersebut dapat bernilai maka didirikan pabrik peleburan biji nikel menjadi produk program FeNi.

Pabrik unit 1 mulai dibangun pada tanggal 12 Desember 1973 dengan pemancangan tiang pertama dan selesai dikerjakan selama 2 tahun. Tanggal 14 Agustus 1976 dapur listrik unit 1 dengan daya 20 MVA (18 MW) mulai produksi secara komersial. Pada tanggal 23 Oktober 1976 pabrik FeNi diresmikan oleh wakil persiden RI Sri Sultan Hamengkubuwono IX. Pabrik Unit II mulai dibangun pada tanggal 2 November 1992 dan sekitar bulan Februari 1995 sudah mulai produksi, pabrik FeNi II diresmikan oleh presiden RI Soeharto

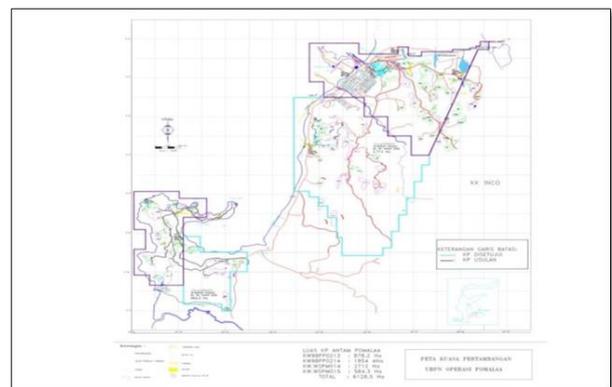
pada tanggal 11 Maret 1996. Pabrik FeNi III dibangun pada bulan Desember 2003, dan mulai produksi secara komersial pada tahun 2007.

Untuk menjalankan pabrik FeroNikel, digunakan mesin diesel sebagai pembangkit tenaga listrik yang terdiri dari 3 unit yaitu PLTD I PLTD II dan PLTD III yang berinterkoneksi paralel sebelum di distribusikan kemasing-masing peralatan. Masing 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<sup>[3]</sup>.

### 2.2 Lokasi PT. ANTAM Tbk UPBN Sulawesi Tenggara

Tempat pelaksanaan PLI ini dilaksanakan di PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA terletak di Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Secara Geografis terletak pada garis 04°00'00" Lintang Selatan - 04°30'00" Lintang Selatan dan 121°15'00" Bujur Timur - 121°45'03" Bujur Timur. PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA berbatasan dengan:

- Disebelah Utara berbatasan dengan sungai Huko-huko
- Disebelah Timur berbatasan dengan Bukit Maniang
- Disebelah Barat berbatasan dengan Teluk Mekongga
- Disebelah Selatan berbatasan dengan sungai Oko-oko



**Gambar 1.** Peta Kuasa Pertambangan UBPN Operasi Pomalaa

#### 2.2.1 Fisiografi Lembar Kolaka

Van Bemmelen (1945) membagi lengan Tenggara Sulawesi menjadi tiga bagian, yaitu ujung utara, bagian tengah, dan ujung selatan. Lembar Kolaka menempati bagian tengah dan ujung Selatan dari lengan Tenggara Sulawesi. Ada lima satuan morfologi pada bagian tengah dan ujung Selatan lengan Tenggara Sulawesi, yaitu morfologi pegunungan, morfologi perbukitan tinggi, morfologi perbukitan rendah, morfologi pedataran, dan morfologi karst.

### 2.2.2 Stratigrafi

Formasi batuan penyusun peta geologi regional lembar Kolaka diuraikan dari termuda sebagai berikut aluvium terdiri atas lumpur, lempung, pasir kerikil, dan kerakal. Satuan ini merupakan endapan sungai, rawa, dan endapan pantai. Umur satuan ini adalah *Holosen*.

Formasi Alangga terdiri atas konglomerat dan batupasir. Umur dari formasi ini adalah *Plistosen* dan lingkungan pengendapannya pada daerah darat payau. Formasi ini menindih tak selaras formasi yang lebih tua yang masuk kedalam kelompok Molasa Sulawesi

Formasi Buara terdiri atas terumbu koral, konglomerat dan batupasir. Umur dari formasi ini adalah *Plistosen Holosen*, dan terendapkan pada lingkungan laut dangkal.

Formasi Boepinang terdiri atas lempung pasiran, napal pasiran dan batupasir. Batuan ini berlapis dengan kemiringan perlapisan relatif kecil yaitu  $<15^\circ$  yang dijumpai membentuk antiklin dengan sumbu antiklin berarah Barat daya Timur laut. Umur formasi ini diperkirakan *Pliosen* dan terendapkan pada lingkungan laut dangkal.

Formasi Eemoiko terdiri atas kalkarenit, batugamping koral, batupasir, dan napal. Formasi ini berumur *Pliosen* dengan lingkungan pengendapan laut dangkal, hubungan menjemari dengan formasi Boepinang.

Formasi Langkowala terdiri atas konglomerat, batupasir, serpih, dan setempat kalkarenit. Konglomerat mempunyai fragmen beragam yang umumnya berasal dari kuarsa, kuarsit, dan selebihnya berupa batu pasir malih, sekis, dan ultrabasa. Ukuran fragmen berkisar 2 cm hingga 15 cm, setempat terutama dibagian bawah sampai 25 cm. Bentuk fragmen membulat baik dengan sortasi menengah. Formasi ini banyak dibatasi oleh kontak struktur dengan batuan lainnya dan bagian atas menjemari dengan bagian bawah batuan sedimen formasi Boepinang. Hasil penanggalan umur menunjukkan bahwa batuan ini terbentuk pada Miosen Tengah.

### 2.2.3 Struktur Geologi Regional dan Teknik Lembar Kolaka

Pada lengan Tenggara Sulawesi, struktur utama yang terbentuk setelah tumbukan adalah sesar geser mengiri, termasuk sesar matarombeo, sistem sesar Lawanopo, sistem sesar Konawehea, sesar Kolaka, dan banyak sesar lainnya serta liniasi. Sesar dan liniasi menunjukkan sepaang arah utama Tenggara Barat laut, dan Timur laut Barat daya. Arah tenggara barat laut merupakan arah umum dari sesar geser mengiri dilengan Tenggara Sulawesi.

Sistem sesar Lawanopo termasuk sesar-sesar berarah utama Barat laut Tenggara yang memanjang sekitar 260 Km dari Utara Malili sampai tanjung Toronipa. Ujung barat laut sesar ini menyambung dengan sesar Matano, sementara ujung Tenggara bersambung dengan sesar Hamilton yang memotong sesar naik Tolo. Sistem sesar ini diberi nama sesar

Lawanopo oleh Hamilton (1979) berdasarkan dataran Lawanopo yang ditorehnya. Analisis stereografi orientasi bodin, yang diukur pada tiga lokasi, menunjukkan keberagaman azimuth rata-rata/plunge:  $30^\circ/44^\circ$ ,  $356.3^\circ/49^\circ$ , dan  $208.7^\circ/21^\circ$ .

Adanya mata air panas di desa Toreo, sebelah Tenggara Tinobu serta pergeseran pada bangunan dinding rumah dan jalan sepanjang sesar ini menunjukkan bahwa sistem sesar Lawanopo masih aktif sampai sekarang. Lengan Sulawesi Tenggara juga merupakan kawasan pertemuan lempeng, yaitu lempeng benua yang berasal dari Australia dan lempeng samudra dari Pasifik. Kepingan benua di lengan Tenggara Sulawesi dinamai Mintakat Benua Sulawesi Tenggara (*South East Sulawesi Continental Terrane*) dan Mintakat Matarambeo. Kedua lempeng dari jenis yang berbeda ini bertabrakan dan kemudian ditindih oleh endapan Molasa Sulawesi.

Sebagai akibat subduksi dan tumbukan lempeng pada *Oligosen* akhir hingga Miosen awal, kompleks ofiolit tersesar naikkan ke atas mintakat benua. Molasa Sulawesi yang terdiri atas batuan sedimen klastik dan karbonat terendapkan selama akhir dan sesudah tumbukan, sehingga molasa ini menindih tak selaras dengan Sulawesi Tenggara dan kompleks ofiolit tersebut. Pada akhir kenozoikum lengan ini di pisahkan oleh sesar Lawanopo dan beberapa pasangannya termasuk sesar Kolaka.

### 2.2.4 Cadangan

Untuk mengetahui hasil estimasi dalam bentuk berat (*tonnase*) dibutuhkan volume yang di dapat dari nilai massa jenis dalam keadaan basah (*wet bulk density*). PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA memiliki klasifikasi terhadap *grade* kadar dari *ore* yang ditambang. Dimana untuk kadar Ni 0 – 1,3% merupakan *grade* bijih dengan *type waste*, kadar Ni 1,3 – 1,5% merupakan *grade* bijih dengan *type limonit*, kadar Ni 1,5 – 1,8% merupakan *grade* dengan *type LGSO (low grade saprolite ore)*, Kadar Ni 1,8 – 2,0% merupakan *grade* bijih dengan *type HGSO (hight grade saprolite ore)*. Sedangkan untuk bijih dengan kadar  $> 2,0\%$  memiliki ketentuan apabila kadar Fe  $> 14$  maka bijih tergolong kedalam jenis LGSO (*low grade saprolite ore*) dan apabila Fe  $< 14$  maka bijih tergolong kedalam jenis HGSO (*hight grade saprolite ore*).

Estimasi jumlah cadangan eksplorasi menggunakan data blok model dari unit geomin PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA dimana untuk dimensi blok dengan ukuran 12,5 m x 12,5 m x 1 m maka cadangan yang dapat diperoleh di daerah yang melakukan kegiatan pemboran *inpit* seperti dapat pada tabel 1.

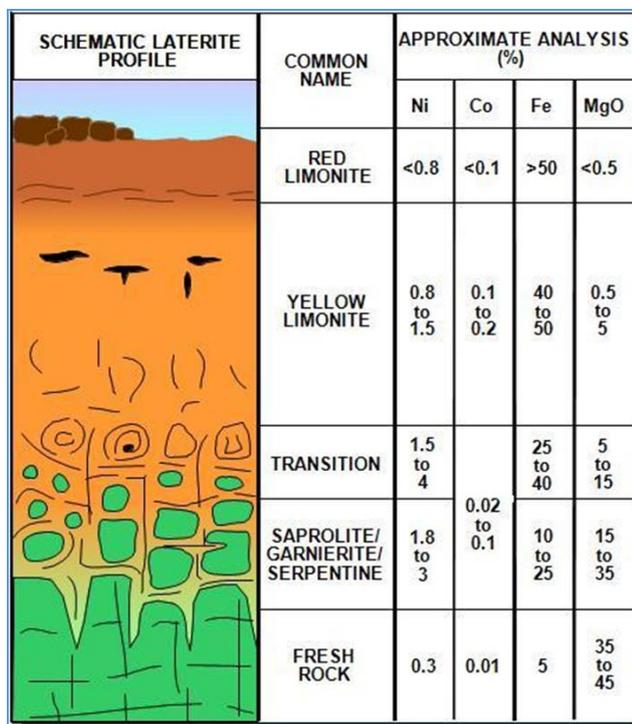
**Tabel 1.** Hasil Estimasi Cadangan Eksplorasi Bukit Everest

Ni (%)	Fe (%)	Volume	Tonase (ton)
0,0 -> 1,3	21,9	6.830	12.085
1,3 -> 1,5	17,057	2.151	3.704
1,5 -> 1,8	9,673	4.436	7.542
1,8 -> 2,0	11,174	4.186	7.116
2,0 -> 9,0	12,21	9.749	16.574
Total		27.352	47.020

Jumlah cadangan LGSO pada Bukit Everest 7.542 ton, dan jumlah cadangan HGSO pada Bukit Everest 23.690 ton.

### 2.3 Profil Endapan Nikel Laterit

Profil endapan nikel laterit yang terbentuk dari hasil pelapukan batuan ultrabasa. Profil nikel laterit tersebut dideskripsikan dan diterangkan oleh daya larut mineral dan kondisi aliran air tanah. Secara umum terdiri dari 4 (empat) lapisan, yaitu lapisan tanah penutup atau *top soil*, lapisan limonit, transisi, lapisan saprolit, dan *bedrock* (batuan dasar) seperti pada gambar 2.



**Gambar 2.** Profil Endapan Nikel Laterit<sup>[4]</sup>

#### 2.3.1 Lapisan Tanah Penutup

Lapisan tanah penutup biasa disebut *iron capping*. Material lapisan berukuran lempung, berwarna coklat kemerahan dan biasanya terdapat juga sisa-sisa tumbuhan. Pengkayaan Fe terjadi pada zona ini karena terdiri dari kongresi Fe-Oksida yaitu mineral *hematite* dan *goethite* dengan kandungan nikel relatif rendah. Tebal lapisan bervariasi antara 0 – 2 m. Tekstur

batuan asal sudah tidak dapat dikenali lagi. *Iron capping* merupakan bagian yang paling atas dari suatu penampang laterit. Komposisinya adalah akar tumbuhan, humus, oksida besi dan sisa-sisa organik lainnya. Warna khas adalah coklat tua kehitaman dan bersifat gembur. Kadar nikelnya sangat rendah sehingga tidak diambil dalam penambangan. Ketebalan lapisan tanah penutup rata-rata 0,3 m s/d 6 m berwarna merah tua, merupakan kumpulan massa goethit dan limonit. *Iron capping* mempunyai kadar besi yang tinggi tapi kadar nikel yang rendah. Terkadang terdapat mineral-mineral hematit, chromiferous.

#### 2.3.2 Lapisan Limonit

Merupakan lapisan berwarna coklat muda, ukuran butir lempung sampai pasir, tekstur batuan asal mulai dapat diamati walaupun masih sangat sulit, dengan tebal lapisan berkisar antara 1–10 m. Lapisan ini tipis pada daerah yang terjal dan sempit hilang karena erosi. Pada zona limonit hampir seluruh unsur yang mudah larut hilang terlindi, kadar MgO hanya tinggal kurang dari 2% berat dan kadar SiO<sub>2</sub> berkisar 2 – 5% berat. Sebaliknya kadar Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menjadi sekitar 60 – 80% berat dan kadar Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> maksimum 7% berat. Zona ini didominasi oleh mineral goethit, disamping itu juga terdapat magnetit, hematit, kromit, serta kuarsa sekunder. Pada goethit terikat nikel, chrom, cobalt, vanadium, dan aluminium. Merupakan hasil pelapukan lanjut dari batuan beku ultrabasa. Komposisinya meliputi oksida besi yang dominan, goethit dan magnetit. Ketebalan lapisan ini rata-rata 8 m-15 m. Dalam limonit dapat dijumpai adanya akar tumbuhan, meskipun dalam persentase yang sangat kecil. Kemunculan bongkah-bongkah batuan beku ultrabasa pada zona ini tidak dominan atau hampir tidak ada, umumnya mineral-mineral di batuan beku basalt-ultrabasa telah berubah menjadi serpentin akibat hasil dari pelapukan yang belum tuntas. Limonit dibedakan menjadi 2, yaitu *red limonite* yang biasa disebut hematit dan *yellow limonite* yang disebut goethit. Biasanya pada goethit nikel berasosiasi dengan Fe dan menggantikan Fe sehingga zona limonit terjadi pengayaan unsur Ni.

#### 2.3.3 Transisi

Lapisan ini merupakan zona peralihan antara limonit bagian bawah dan saprolit bagian atas. Mengandung mineral smectit (*nontronite*). Tekstur batuan induk (*protolith*) masih terlihat. Ukuran butir cenderung lempung dan *impermeable*.

#### 2.3.4 Lapisan Saprolit

Merupakan lapisan dari batuan dasar yang sudah lapuk, berupa bongkah-bongkah lunak berwarna coklat kekuningan sampai kehijauan. Struktur dan tekstur batuan asal masih terlihat. Perubahan geokimia zona saprolit yang terletak di atas batuan asal ini tidak banyak, H<sub>2</sub>O dan nikel bertambah, dengan kadar Ni

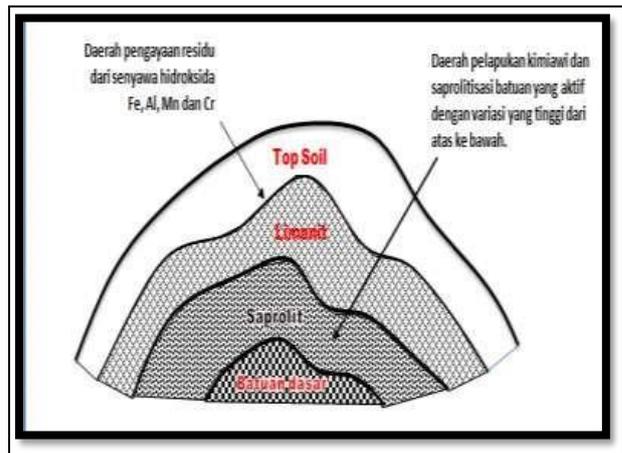
keseluruhan lapisan antara 2%–4%, sedangkan magnesium dan silikon hanya sedikit yang hilang terlindi. Zona ini terdiri dari vein-vein garnierite, mangan, serpentin, kuarsa sekunder bertekstur *boxwork*, Ni-Kalsedon dan di beberapa tempat sudah terbentuk limonit yang mengandung Fe-hidroksida. Zona ini merupakan zona pengayaan unsur Ni. Komposisinya berupa oksida besi, serpentin sekitar <0,4% kuarsa magnetit dan tekstur batuan asal yang masih terlihat. Ketebalan lapisan ini berkisar 5 m-18 m. Kemunculan bongkah-bongkah sangat sering dan pada rekahan-rekahan batuan asal dijumpai magnetit, serpentin, krisopras dan garnierit. Bongkah batuan asal yang muncul pada umumnya memiliki kadar SiO<sub>2</sub> dan MgO yang tinggi serta Ni dan Fe yang rendah. Campuran dari sisa-sisa batuan, butiran halus *limonite*, *saprolitic rims*, *vein* dari endapan *garnierite*, *nickeliferous quartz*, mangan dan pada beberapa kasus terdapat silika *boxwork*, bentukan dari suatu zona transisi dari limonit ke *bedrock*. Terkadang terdapat mineral quartz yang mengisi rekahan, mineral-mineral primer yang terlapukkan, chlorite, garnierit di lapangan biasanya diidentifikasi sebagai *koloidal talc* dengan lebih atau kurang *nickeliferous serpentin*. Struktur dan tekstur batuan asal masih terlihat. Kadar Ni 0,975%, Fe 16%, MgO 25%, SiO<sub>2</sub> 35%. Lapisan ini merupakan lapisan yang bernilai ekonomis untuk ditambang sebagai bijih<sup>[5]</sup>.

### 2.3.3 Lapisan Batu Dasar (Bedrock)

Merupakan bagian terbawah dari profil nikel laterit, berwarna hitam kehijauan, terdiri dari bongkah – bongkah batuan dasar dengan ukuran > 75 cm, dan secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis. Kadar mineral mendekati atau sama dengan batuan asal, yaitu dengan kadar Fe ± 5% serta Ni dan Co antara 0.01 – 0.30%.

Bagian terbawah dari profil laterit. Tersusun atas bongkah yang lebih besar dari 75 cm dan blok peridotit (batuan dasar) dan secara umum sudah tidak mengandung mineral ekonomis (kadar logam sudah mendekati atau sama dengan batuan dasar). Batuan dasar merupakan batuan asal dari nikel laterit yang umumnya merupakan batuan beku ultrabasa yaitu *harzburgit* dan *dunit* yang pada rekahannya telah terisi oleh oksida besi 5- 10%, garnierit minor dan silika > 35%. Permeabilitas batuan dasar meningkat sebanding dengan intensitas serpentinisasi. Zona ini terfrakturisasi kuat, kadang membuka, terisi oleh mineral garnierit dan silika. Frakturisasi ini diperkirakan menjadi penyebab adanya *root zone* yaitu zona *high grade* Ni, akan tetapi posisinya tersembunyi<sup>[6]</sup>.

Ketebalan dari masing-masing lapisan tidak merata, tergantung dari morfologi dan relief, umumnya endapan laterit terakumulasi banyak pada bagian bawah bukit dan relief yang landai. Sedang relief yang terjal endapan semakin menipis dapat dilihat gambar 3.



Gambar 3. Litologi Lapisan Zona Nikel

## 2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Pemboran

Faktor-faktor yang mempengaruhi pemboran adalah tipe dan ukuran mata bor, kekerasan tanah, kedalaman lubang bor, pola pengeboran, kelerengan, produktivitas pemboran dan waktu hilang akibat menunggu operasi pengeboran lainnya<sup>[7]</sup>.

Hal ini yang mempengaruhi kecepatan pemboran adalah faktor ketersediaan komponen alat. Pengeboran merupakan kegiatan yang menimbulkan getaran keras sehingga dapat menimbulkan kerusakan pada komponen-komponen tertentu atau keseluruhan alat yang mana ini akan menimbulkan tertundanya pekerjaan<sup>[8]</sup>.

### 2.4.1 Waktu Daur Bor (Cycle Time)

Waktu daur bor merupakan waktu yang dibutuhkan dalam satu siklus pemboran yang meliputi waktu pemasangan batang bor, waktu *running*, waktu cabut, dan waktu menumbuk. Perhitungan waktu daur pemboran dapat dihitung dengan rumus<sup>[9]</sup>:

$$CT = \text{Waktu Pasang} + \text{Waktu Running} + \text{Waktu Cabut} + \text{Waktu Tumbuk} \quad (1)$$

### 2.4.2 Kecepatan Produksi Pemboran

Kecepatan produksi pemboran merupakan perbandingan kedalaman (H) pemboran dalam satu siklus dengan *cycle time*. Perhitungan kecepatan pemboran dapat menggunakan persamaan berikut<sup>[9]</sup>:

$$V = \frac{H}{Ct} \quad (2)$$

Keterangan:

V = Kecepatan Pemboran (m/menit)

H = Kedalaman (m)

Ct = Cycle time (menit)

Faktor yang mempengaruhi kecepatan alat bor antara lain adalah tenaga mesin, struktur dan kekerasan batuan, kekerasan mata bor dan keterampilan operator

### 2.4.3 Efektivitas Pemboran

Efektifitas pemboran ini dinyatakan dalam persen waktu produktif terhadap waktu terjadwal. Waktu terjadwal merupakan waktu produktif beserta waktu terjadinya hambatan. Hambatan-hambatan yang terjadi dapat berupa waktu menunggu *moving*, waktu istirahat, terjadi kesalahan saat pemboran dan lain-lain. Perhitungan efektifitas pemboran dapat menggunakan persamaan berikut<sup>[9]</sup>:

$$UA = \frac{w}{w + s} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

UA = Use of Availanility (%)

w = Lamanya beroperasi (jam)

s = Waktu hambatan yang terjadi (jam)

### 2.4.4 Produktivitas Pemboran

Produktivitas pemboran merupakan hasil kali dari efisiensi waktu pemboran dengan kecepatan pemboran yang dinyatakan satuan meter/jam. Hal ini berarti yaitu berapa meter produksi yang dihasilkan dalam waktu 1 jam. Perhitungan produktivitas pemboran dapat menggunakan persamaan berikut<sup>[10]</sup>:

$$\text{Produktivitas} = \text{efisiensi} \times V \quad (4)$$

Keterangan:

V = Kecepatan

### 2.4.5 Core Recovery

Core Recovery merupakan perbandingan antara panjang core yang didapatkan dengan panjang kemajuan pemboran yang dicapai. Dapat dihitung dengan menggunakan persamaan<sup>[11]</sup>:

$$\text{Core Recovery} = \frac{\text{panjang core}}{\text{kemajuan bor}} \times 100\% \quad (9)$$

## 3 Metode Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan oleh penulis adalah penelitian kuantitatif yang mengacu kepada penelitian eksperimen, dimana metode penelitian kuantitatif dapat diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu. Teknik pengambilan sampel pada umumnya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan. metode kuantitatif sering juga disebut metode tradisional, positivistik, ilmiah (*scientific*) dan metode *discovery*. Metode kuantitatif dinamakan metode tradisional, karena metode ini sudah cukup lama digunakan sehingga sudah mentradisi sebagai metode untuk penelitian<sup>[12]</sup>.

Penelitian kuantitatif merupakan studi yang diposisikan sebagai bebas nilai (*value free*) dengan kata lain, penelitian kuantitatif sangat ketat menerapkan prinsip-prinsip objektivitas itu diperoleh antara lain

melalui penggunaan instrument yang telah di uji validitas dan reliabilitasnya<sup>[13]</sup>.

## 4 Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Data

#### 4.1.1 Cycle Time

Cycle time dapat dihitung dengan menggunakan penjumlahan dari waktu pasang, waktu *running*, waktu cabut, dan waktu tumbuk terlampir pada lampiran A. Dari hasil penelitian di lapangan, maka didapatkan data *cycle time* seperti pada tabel 2.

**Tabel 2.** Cycle Time Inpit Drill

Tanggal	Titik Bor	Kedalaman (m)	Cycle time (jam)
31/1/2019	9N2/TB.19005	13	1.43
31/1/2019	9N2/TB.19001	13	1.78
1/2/2019	9N2/TB.19002	13	2.11
1/2/2019	9N2/TB.19004	13	2.22

#### a. Cycle time 9N2/TB.19005

Cycle time pemboran inpit pada titik bor 9N2/TB.19005 seperti pada tabel 3.

**Tabel 3.** Cycle Time 9N2/TB.19005

Litologi	Kedalaman (m)	Cycle time (jam)
Top Soil	4.5	0.56
limonite	8.5	0.87

#### b. Cycle time 9N2/TB.19001

Cycle time pemboran inpit pada titik bor 9N2/TB.19001 seperti pada tabel 4.

**Tabel 4.** Cycle Time 9N2/TB.19001

Litologi	Kedalaman (m)	Cycle time (jam)
Top Soil	4	0.35
limonite	9	1.44
saprolite		

#### c. Cycle time 9N2/TB.19002

Cycle time pemboran inpit pada titik bor 9N2/TB.19002 seperti pada tabel 5.

**Tabel 5.** Cycle Time 9N2/TB.19002

Litologi	Kedalaman (m)	Cycle time (jam)
Top Soil	4	0.53
limonite	5.5	0.99
saprolite	3.5	0.59

d. *Cycle time* 9N2/TB.19004

Cycle time pemboran inpit pada titik bor 9N2/TB.19004 seperti pada tabel 6.

**Tabel 6.** Cycle Time 9N2/TB.19004

Litologi	Kedalaman (m)	Cycle time (jam)
Top Soil	4	0.41
limonite	5.3	1.23
saprolite	3.7	0.58

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Kecepatan Pemboran

Kecepatan produksi pemboran merupakan perbandingan kedalaman pemboran (H) dalam satu siklus dengan *cycle time*. Kecepatan produksi *drill* dapat dilihat pada tabel 7.

**Tabel 7.** Kecepatan Produksi *Drill*

Tanggal	Kode Titik Bor	Kedalaman (m)	Cycle time (jam)	Kecepatan (m/jam)
31/1/2019	9N2/TB.19005	13	1.43	9.09
31/1/2019	9N2/TB.19001	13	1.78	7.30
1/2/2019	9N2/TB.19002	13	2.11	6.16
1/2/2019	9N2/TB.19004	13	2.22	5.86

### 4.2.2 Efektifitas Pemboran

Efektifitas pemboran dinyatakan dalam persen waktu produktif terhadap waktu terjadwal. Efektifitas pemboran *Inpit* dapat dilihat pada tabel 8.

**Tabel 8.** Efektifitas Pemboran

Tanggal	Kode Titik Bor	Lama Beroperasi (Jam)	Hambatan (Jam)	UA (%)
31/1/2019	9N2/TB.19005	2,22	0,038	98,31
31/1/2019	9N2/TB.19001	2,15	0,072	96,76
1/2/2019	9N2/TB.19002	2,21	0,053	97,66
1/2/2019	9N2/TB.19004	2,66	0,042	98,44

### 4.2.3 Produktivitas Pemboran

Produktivitas pemboran *Inpit* dapat dilihat pada tabel 9.

**Tabel 9.** Produktivitas *Inpit Drill*

Tanggal	Kode Titik Bor	UA (%)	Kecepatan (m/jam)	Produktivitas (m/jam)
31/1/2019	9N2/TB.19005	98,31	9,12	8,96
31/1/2019	9N2/TB.19001	96,76	7,30	7,06
1/2/2019	9N2/TB.19002	97,66	6,16	6,01
1/2/2019	9N2/TB.19004	98,44	5,86	5,76

### 4.2.4 Core Recovery

Core recovery dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10.** Core Recovery *Inpit Drill*

Tanggal	Kode Titik Bor	Kemajuan Bor (cm)	Panjang Core (cm)	Core Recovery (%)
31/1/2019	9N2/TB.19005	1300	1260	96,52
31/1/2019	9N2/TB.19001	1300	1210	93,08
1/2/2019	9N2/TB.19002	1300	1300	100
1/2/2019	9N2/TB.19004	1300	1150	88,46

Hasil perhitungan produktivitas pemboran *inpit* pada Bukit Everest 9N2/TB.19005, 9N2/TB.19001, 9N2/TB.19002 dan 9N2/TB.19004 di PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA dapat dilihat pada tabel 11.

**Tabel 11.** Rekapitulasi Hasil Perhitungan *Inpit Drill*

Tanggal	Titik Bor	Cycle Time (jam)	Kecepatan Produksi (m/jam)	Efektifitas (%)	Produktifitas (m/jam)	Core Recovery (%)
31 Januari 2019	9N2/ TB.19005	1,43	9,09	98,31	8,93	96,92
31 Januari 2019	9N2/ TB.19001	1,78	7,30	96,76	7,06	93,08
1 Februari 2019	9N2/ TB.19002	2,11	6,16	97,66	6,01	100
1 Februari 2019	9N2/ TB.19004	2,22	5,86	98,44	5,76	88,46

#### 4.2.5 Eksplorasi Rinci (Geomin)

Pada titik 9N2/TB.4036, 9N2/TB.4032, 9N2/TB.4033 dan 9N2/TB.4035 didapatkan nilai produktivitas 5,96, 5,87, 5,69 dan 5,75 Hal ini berarti dalam waktu 1 jam kegiatan pemboran eksplorasi rinci hanya bisa

mendapatkan produktivitas tiap waktu per satu jamnya maksimalnya yaitu 5,96 meter produksi pemboran.

Produktivitas pemboran geomin atau eksplorasi rinci dengan lokasi pemboran yang sama dapat dilihat seperti pada tabel 12 dan untuk perbandingan produktivitas *Inpit Drill* dan Pemboran Geomin dapat dilihat pada tabel 13.

**Tabel 12.** Produktivitas Pemboran Eksplorasi Rinci

Tanggal	Titik Bor	Cycle Time (jam)	Efektifitas	Kecepatan Produksi (m/jam)	Produktivitas (m/jam)
2 Januari 2019	9N2/TB. 4036	1,82	82,34	7,24	5,96
3 Januari 2019	9N2/TB. 4032	1,81	82,56	7,12	5,87
4 Februari 2019	9N2/TB. 4033	1,96	83,42	6,83	5,69
7 Januari 2019	9N2/TB. 4035	1,92	81,23	7,08	5,75

**Tabel 13.** Perbandingan Produktivitas Pemboran *Inpit* dengan Pemboran Geomin

Tanggal	Titik Bor	Cycle Time (jam)	Efektifitas	Kecepatan Produksi (m/jam)	Produktivitas (m/jam)
Pemboran Inpit	9N2/ TB.19005	1,43	98,31	9,09	8,93
Pemboran Geomin	9N2/TB. 4036	1,82	82,34	7,24	5,96
Pemboran Inpit	9N2/ TB.19001	1,78	96,76	7,30	7,06
Pemboran Geomin	9N2/TB. 4032	1,81	82,56	7,12	5,87
Pemboran Inpit	9N2/ TB.19002	2,11	97,66	6,16	6,01
Pemboran Geomin	9N2/TB. 4033	1,96	83,42	6,83	5,69
Pemboran Inpit	9N2/ TB.19004	2,22	98,44	5,86	5,76
Pemboran Geomin	9N2/TB. 4035	1,92	81,23	7,08	5,75

Dari hasil perbandingan produktivitas pemboran *inpit* dengan pemboran *geomin* pada tabel diatas dapat dilihat

bahwa nilai produktivitas pemboran *inpit* tiap waktu per satu jamnya maksimalnya yaitu 8,93 m/jam sedangkan nilai produktivitas pemboran *geomin* tiap waktu per satu jamnya maksimal 5,96 m/jam.

Sedangkan untuk perbandingan hasil estimasi cadangan pemboran *inpit* dengan pemboran *geomin* memiliki perbedaan yang cukup signifikan ini dikarenakan ada beberapa faktor yang menyebabkan perbedaan hasil estimasi cadangan tersebut yaitu jarak lubang bor, kedalaman pemboran, dan produktivitas pemborannya. Seperti yang dapat dilihat pada tabel 14.

**Tabel 14.** Perbandingan Hasil Estimasi Cadangan

Nama Bukit	Kegiatan	Tonase		
		1,5% –1,8%	1,8%– 2,0%	2,0% – 9,0%
Everest	Eksplorasi	7.542	7.116	16.574
	<i>Inpit Drill</i>	5.047,84	15.937,05	123.255,21

Berdasarkan tabel 14, dapat dilihat terjadinya peningkatan perkiraan cadangan di kelas bijih HGSO (*Hight Grade Saprolite Ore*) sehingga dapat diperkirakan *revenue* yang dihasilkan setelah dilakukannya kegiatan pemboran *inpit*.

*Revenue* merupakan hasil dari penjualan estimasi cadangan yang ada dengan harga bijih LGSO (*Low Grade Saprolite Ore*) USD 18,00 per ton, dan bijih HGSO (*Hight Grade Saprolite Ore*) USD 20,00 per ton.

**Tabel 15.** *Revenue* Cadangan

Bukit	Kegiatan	Grade	Harga Jual (USD)	Revenue (USD)
Everest	Eksplorasi	LGSO	18,00	135.756,00
		HGSO	20,00	473.800,00
	<i>Inpit Drill</i>	LGSO	18,00	90.861,04
		HGSO	20,00	2.783.845,15

Sedangkan untuk biaya operasional yang dikeluarkan pada pemboran *inpit* sebesar Rp. 14.551.877 per bulannya.

Oleh karena itu, dengan melihat manfaat dari kegiatan pemboran *inpit* maka sebaiknya kegiatan pemboran *inpit* tetap dilakukan sebagai penunjang kegiatan penambangan, karena hasil estimasi cadangan setelah dilakukan kegiatan *inpit drill* jauh meningkat dibandingkan hanya dengan estimasi kegiatan pemboran *geomin* atau eksplorasi rinci, hal ini sesuai juga dengan nilai produktivitas pemboran *inpit* yang jauh lebih besar dari pemboran *geomin* atau eksplorasi rinci. Walaupun kegiatan pemboran *inpit drill* membutuhkan *cost* tambahan namun *revenue* yang dihasilkan jauh lebih menguntungkan.

## 5 Penutup

### 5.1 Kesimpulan

1. Penambangan di PT. ANTAM Tbk. UBPN SULTRA menggunakan sistem penambangan *open pit* dan *open cash* dengan metode penambangan *selective mining*.
2. Kegiatan pemboran *inpit* sangat membantu pengawas lapangan saat melakukan kegiatan produksi, karena dapat memvalidasi data yang dihasilkan oleh pemboran *geomin*.
3. Produktivitas kegiatan pemboran *inpit* pada Bukit Everest, titik bor 9N2/TB.19005, 9N2/TB.19001, 9N2/TB.19002 dan 9N2/TB.19004 yaitu:
  - a. *Cycle time* pemboran *inpit*:
    - 1) 9N2/TB.19005 : 1,43jam
    - 2) 9N2/TB.19001 : 1,78 jam
    - 3) 9N2/TB.19002 : 2,11 jam
    - 4) 9N2/TB.19004 : 2,22 jam
  - b. Kecepatan produksi:
    - 1) 9N2/TB.19005 kedalaman 13 m :9,09 m/jam
    - 2) 9N2/TB.19001 kedalaman 13 m :7,30 m/jam
    - 3) 9N2/TB.19002 kedalaman 13 m :6,16 m/jam
    - 4) 9N2/TB.19004 kedalaman 13 m :5,86 m/jam
  - c. Efektifitas pada pemboran *inpit*:
    - 1) 9N2/TB.19005 : 98,31 %
    - 2) 9N2/TB.19001 : 96,76%
    - 3) 9N2/TB.19002 : 97,66 %
    - 4) 9N2/TB.19004 : 98,44 %
  - d. Produktivitas pemboran pada pemboran *inpit*:
    - 1) 9N2/TB.19005 : 8,96 m/jam
    - 2) 9N2/TB.19001 : 7,06 m/jam
    - 3) 9N2/TB.19002 : 6,01 m/jam
    - 4) 9N2/TB.19004 : 5,76 m/jam
  - e. *Core recovery* pada pemboran *inpit*:
    - 1) 9N2/TB.19005 : 96,52 %
    - 2) 9N2/TB.19001 : 93,08 %
    - 3) 9N2/TB.19002 : 100 %
    - 4) 9N2/TB.19004 : 88,46 %
4. Didapatkan hasil estimasi cadangan yang berbeda dari pemboran *geomin* dengan pemboran *inpit*, dimana hasil estimasi cadangan pada pemboran *inpit* lebih besar dari pada pemboran *geomin*, salah satu faktor penyebabnya dikarenakan nilai produktivitas pada pemboran *inpit* lebih besar.
5. *Revenue* yang dihasilkan dari pemboran *inpit* jauh lebih meningkat dibandingkan dengan hanya melakukan pemboran *geomin* yaitu sebesar :

- a. Pemboran Geomin
  - 1) LGSO : USD 135.756,00
  - 2) HGSO : USD 473.800,00
- b. Pemboran *Inpit*
  - 1) LGSO : USD 90.861,04
  - 2) HGSO : USD 2.783.845,15

## 5.2 Saran

1. Pada pemboran inpit, sebaiknya menggunakan alat pemboran sistem
2. hidrolik agar lebih meningkatkan efektifitas pemboran.
3. Pada kegiatan inpit drill, sebaiknya sebelum kegiatan pemboran inpit berakhir, tote (tempat penyimpanan air) diisi terlebih dahulu oleh mobil water tank agar pada keesokan harinya waktu kegiatan pemboran dapat berjalan lebih efektif dan sesuai dengan jadwal kerja yang telah ditetapkan oleh perusahaan.
4. Sebaiknya kegiatan inpit drill tetap dilakukan agar produksi dapat mencapai target dengan optimal dan revenue yang lebih menguntungkan.

## References

- [1] Gusman, M., & Octova, A. (2018). Estimasi Cadangan Insitu Melalui Kegiatan Inpit Drill Pada Bukit Everest, Cherokee, dan Strada Di Pt Antam (Persero) Tbk UBPN SULTRA. *Bina Tambang*, 3(2), 722-735.
- [2] Sandeir, E., & Prabowo, H. (2018). Evaluasi Kebutuhan dan Estimasi Biaya Alat Muat Kobelco 380 dan Hitachi 350 Dengan Alat Angkut Scania P360 dan Mercedes Actroz 4043 Pada Pengupasan Overburden PT. Caritas Energi Indonesia Jobsite KBB, Sarolangun. *Bina Tambang*, 3(3), 1091-1100.
- [3] Anisa, W. O. N., & Murad, M. (2018). Analisis Investasi Pengadaan Alat Berat untuk Penambangan Bijih Nikel Kadar Low Grade Saprolite Ore (LGSO) di PT. ANTAM (PERSERO) TBK. UBPN SULTRA. *Bina Tambang*, 3(3), 984-993.
- [4] St Asy'ari, M. A. (2011). Geologi Dan Estimasi Sumberdaya Nikel Laterit Dengan Metode Idw (Inverse Distance Weight) Dan Kriging Pada Daerah Bahodopi Kabupaten Morowali Provinsi Sulawesi Tengah (Doctoral Dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- [5] Jafar, N. (2017). Identifikasi Sebaran Nikel Laterit Berdasarkan Hasil Test Pit Kecamatan Kabaena Kabupaten Bombana Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Geomine*, 5(2).
- [6] Haryati, O. S., Kopa, R., & Prabowo, H. (2018). Pemetaan Kestabilan Lereng Pada Lokasi Penambangan Emas Pit Durian Pt J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow Sulawesi Utara. *Bina Tambang*, 3(1), 481-482.
- [7] Rinaldo, R., Heriyadi, B., & Prabowo, H. (2018). Analisis Pengaruh Parameter Geomekanika Batuan Terhadap Kegiatan Peledakan Pada Front Penambangan Blok A2 di CV. Triarga Nusatama, Kecamatan Lareh Sago Halaban, Kabupaten Lima Puluh Kota, Sumatera Barat. *Bina Tambang*, 3(3), 1163-1173.
- [8] Zayed Tarek dan D.W Halpin. *Quantitative Assesment for piles Produktivity Factors*. (2004)
- [9] Supratman, S., Anshariah, A., & Bakri, H. (2017). Produktivitas Kinerja Mesin Bor Dalam Pembuatan Lubang Ledak Di Quarry Batugamping B6 Kabupaten Pangkep Propinsi Sulawesi Selatan. *Jurnal Geomine*, 5(2).
- [10] 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 di Terbitkan. Pomalaa: Program Strata 1 (Satu) Universitas Hasanuddin.
- [11] Yuspraditya Tegar Wibangga. (2015). Studi Komparasi Data Block Model, Inpit drill, serta Selektive Mining Terhadap Hasil Tonnase dan Kadar Nikel. Laporan Penelitian Tidak di Terbitkan. Pomalaa: Program Strata 1 (Satu) Universitas Trisakti.
- [12] Sugiyono. (2015). *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung : Alfabeta.
- [13] Afrinal, A., & Gusman, M. (2018). Analisis Regresi Multivariat Parameter Hambatan Produktivitas Crushing Plant Dalam Upaya Peningkatan Target Produksi Tambang Emas PT J Resources Bolaang Mongondow Site Bakan Sulawesi Utara. *Bina Tambang*, 3(4), 1630-1643.