

## **Pengambilan Keputusan antara Pembelian Alat Bor Baru dan Alat Bor yang Sudah Ada berdasarkan Produktivitas Pengeboran dan Analisis Ekonomi**

Studi Kasus: Penambangan Batu Andesit di PT. Mandiri Sejahtera Sentra, Desa Sukamulya, Kecamatan Tegalwaru, Kabupaten Purwakarta, Provinsi Jawa Barat  
Decision making between Purchasing New Drilling Tools and Existing Drill Tools based on Productivity Drilling and Economic Analysis

Case Study: Andesite Stone Mining at PT. Mandiri Sejahtera Sentra, Sukamulya Village, Tegalwaru District, Purwakarta Regency, West Java Province

<sup>1</sup>M. Irfan Maulana, <sup>2</sup>Yunus Ashari, <sup>3</sup>Yuliadi.

<sup>1,2</sup>Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,

Jl. Tamansari No.1 Bandung 40116

email: <sup>1</sup>maulan.irfn@gmail.com, <sup>2</sup>yunus\_ashari@yahoo.com, <sup>3</sup>yuliadi\_ms@yahoo.com

**Abstract.** PT. Mandiri Sejahtera Sentra already has an drilling equipment to support a blasting activity, but the drilling equipment often get in trouble, so the company has been planning to buy a new equipment, in making the decision to buy the equipment should considering the drilling productivity and economic aspect. To determine the decision if it's proper or not, it can be seen from he technical aspects like a drilling rate, drilling productivity, use of availability, the calculation of Present worth cost method and then total drilling cost. Calculation of drilling rate for the new equipment is 0.31 m/minute and for the current equipment is 0.28 m/minute, calculation of drilling productivity for the new equipment is 158.1 BCM/hour and for the current equipment is 107.81 BCM/hour, calculation of use of availability for the new equipment is >90% and for the current equipment is 85%, calculation of present worth cost for the new equipment is 2,923,116,150 and for the current equipment is Rp 2,314,517,757, calculation of the total drilling cost for the new equipment is Rp 1,948,241 and for the current equipment is Rp 1,646,888. The conclusion of the evaluation that has been done is, buying a new drilling equipment is better than using the current one.

**Keywords:** Drilling Productivity, Use of Availability, Drilling Rate, Economy Evaluation, Total Drilling Cost.

**Abstrak.** Saat ini PT. Mandiri Sejahtera Sentra telah memiliki alat bor untuk menunjang kegiatan pembuatan lubang ledak, namun alat bor yang dimiliki tersebut sering mengalami trouble, sehingga perusahaan berencana untuk membeli alat bor baru, keputusan untuk membeli alat harus dilihat dari segi ekonomi dan produktivitas pengeboran. Penentuan membeli atau tidak dilihat dari aspek teknis seperti perhitungan kecepatan pengeboran, produksi alat bor, use of availability, penggunaan analisis ekonomi menggunakan metoda present worth cost serta total drilling cost. Hasil perhitungan kecepatan pengeboran untuk alat bor baru sebesar 0.31 m/menit sedangkan alat bor yang sudah ada sebesar 0.28 m/menit, untuk produksi alat bor didapatkan 158.1 BCM/jam untuk alat bor baru dan 107.81 untuk alat bor yang sudah ada, pada ketersediaan alat pada alat bor baru didapatkan sebesar >90% sedangkan alat bor yang sudah ada sebesar 85%. Pada perhitungan analisis ekonomi nilai present worth cost menggunakan alat bor yang sudah ada yaitu sebesar Rp 2,314,517,757 sedangkan untuk hasil dengan menggunakan alat bor baru yaitu sebesar Rp 2,923,116,150, untuk nilai total drilling cost pada alat bor yang sudah ada didapatkan sebesar Rp 1,948,241 lebih besar dibandingkan alat bor baru sebesar Rp 1,646,888. Kesimpulan dari evaluasi yang telah dilakukan adalah lebih baik membeli alat bor baru dibandingkan memakai alat bor yang telah ada.

**Kata Kunci:** Produktivitas Alat Bor, Use of Availability, Kecepatan Pengeboran, , Present Worth Cost, Biaya Total Pengeboran.

### **A. Pendahuluan**

Pengeboran adalah suatu ilmu tambang yang mempelajari tentang penggerusan atau pembeaian suatu batuan yang sulit diberaikan dengan menggunakan alat mekanis. Selayaknya

peralatan mekanis pada umumnya, alat bor yang digunakan dalam suatu kegiatan pengeboran tentunya memiliki batas pemakaian atau yang sering disebut dengan umur pakai alat, sehingga sering muncul masalah ketika umur pakai alat tersebut sudah hampir

mencapai batasnya, maka salah satu upaya yang perlu dilakukan agar kegiatan pengeboran tidak terganggu oleh masalah peralatan, maka perlu dilakukan penggantian terhadap alat-alat tersebut jika sudah habis masa pakainya. Dalam penggantian suatu peralatan perlu direncanakan terlebih dahulu, dimana dalam perencanaan tersebut tidak hanya dikaji dari segi fisik dan segi teknis saja, akan tetapi harus juga dikaji dari segi ekonomisnya.

Sebagai suatu perusahaan tambang swasta yang berorientasi pada keuntungan, PT. Mandiri Sejahtera Sentra berusaha melakukan upaya perbaikan pada aktivitas penambangan yang bertujuan memperkecil biaya operasi. Dengan demikian keuntungan yang diperoleh dapat lebih baik.

Dengan permintaan produk semakin meningkat, perusahaan berusaha untuk memenuhi kebutuhan konsumen, berhubung saat ini perusahaan sering mengalami permasalahan pada alat bor sehingga perusahaan berupaya untuk meminimalkan biaya operasi, salah satu upaya tersebut diantaranya yaitu mencoba mengevaluasi produktivitas pengeboran dan analisis ekonomi dari alat bor untuk nantinya akan dilakukan pengambilan keputusan pada alat bor tersebut apakah membeli alat bor atau memakai alat bor yang sudah ada, untuk menambah efisiensi kegiatan pembeeraan batu andesit.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini terfokus pada pemilihan alat yang sudah ada atau alat baru, mana yang lebih menguntungkan, guna mempertimbangkan biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak perusahaan. Saat ini perusahaan masih menggunakan alat bor yang sudah ada tetapi sering mengalami trouble sehingga sering terhambat pada

kegiatan pengeboran. Sehingga masalah penelitian yang akan diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut : “Berapa produktivitas pengeboran alat yang sudah ada dan alat yang baru?”. “Berapa biaya pengeboran untuk membuat lubang ledak pada alat yang sudah ada dan alat baru?”. “Bagaimana perbandingan Present Worth Cost antara alat yang digunakan saat ini dengan alat baru?”. “Apa keputusan yang tepat antara tetap menggunakan alat bor yang sudah ada atau membeli alat bor baru berdasarkan produktivitas pengeboran dan analisis ekonominya?”. Selanjutnya, tujuan dalam penelitian ini diuraikan dalam pokok-pokok sbb.

1. Mengetahui berapa produktivitas pengeboran pembuatan lubang ledak di lokasi penelitian;
2. Mengetahui berapa biaya operasi pengeboran dengan menggunakan alat bor yang sudah ada dan alat bor baru;
3. Menentukan mana yang lebih menguntungkan di antara tetap menggunakan alat bor yang sudah ada atau membeli alat bor baru ditinjau dari aspek ekonomi dan produktivitas pengeboran.

## B. Landasan Teori

### Produktivitas Pengeboran

Produktivitas pengeboran sangat ditentukan oleh kemampuan alat bor dimana semakin lama umur alat bor, maka kemampuan alat semakin berkurang. Sedangkan kemampuan alat bor ditentukan oleh kecepatan pengeboran. Kecepatan pengeboran tergantung pada sifat-sifat fisik dan struktur dari batuan, ciri-ciri teknis dan operasional alat bor. Di samping faktor-faktor di atas, kecepatan pengeboran tergantung juga pada keterampilan dan pengalaman operatornya.

- Kecepatan Pengeboran

Untuk mengetahui kecepatan pengeboran rata-rata dapat dihitung dengan mengetahui waktu yang diperlukan untuk melakukan pekerjaan pengeboran yang biasanya disebut waktu daur pengeboran. Menurut Koesnaryo S. (Fuadul Behri, 2011) untuk menghitung kecepatan pengeboran maka harus dicari dahulu waktu daurnya, yaitu :

$$Ct = Pt + Bt + Tt + St + Lt + Ht \dots(1)$$

Dimana :

- Ct = Waktu daur.(det)
- Pt = Waktu mengambil posisi. (det)
- Bt = Waktu mengebor pada kedalaman tertentu. (det)
- Tt = Waktu meniup *cutting*. (det)
- St = Waktu menyambung batang bor. (det)
- Lt = Waktu untuk mengangkat, melepas batang bor. (det)
- Ht = Waktu untuk mengatasi hambatan-hambatan. (det)

Dengan mengetahui waktu daur pengeboran dan kedalaman lubang bor, maka kecepatan pengeboran dapat ditentukan dengan rumus, yaitu :

$$V_{Dr} = \frac{H}{Ct} \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- $V_{Dr}$  = Kecepatan pengeboran (m/menit)/(lubang/jam).
- H = Kedalaman lubang bor rata-rata (m).
- Ct = Waktu daur pengeboran rata-rata (menit).

- Efisiensi Alat

Efisiensi alat bor adalah perbandingan antara waktu yang terpakai dengan waktu yang tersedia. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Hasbi Bakri pada Jurnal Geomine, Vol. 5, No. 2 (2017) rumus dari efisiensi alat adalah :

$$Eff = \frac{We}{Wp} \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- Eff = Efisiensi alat bor

We = Waktu Efektif (menit)

Wp = Waktu Produktif (menit)

- Ketersediaan Alat Mekanis

Ketersediaan alat mekanis merupakan presentase yang dimiliki suatu alat untuk menentukan apakah alat tersebut bekerja secara optimal atau tidak. Terdapat empat jenis ketersediaan untuk alat mekanis, yaitu *Mechanical Availability* yang menunjukkan kesiapan alat dari waktu yang hilang dikarenakan kerusakan atau gangguan alat secara mekanis, *Physical Availability* yang menunjukkan berapa lama suatu alat dipakai selama jam total kerjanya, *Use of Availability* yang menunjukkan berapa persen waktu yang dipergunakan oleh alat untuk beroperasi pada saat alat tersebut dapat digunakan, *Effective Utilization* yang menunjukkan presentase suatu pekerjaan apakah berjalan dengan efisien atau tidak.

- Volume Setara

Volume setara adalah suatu angka yang menyatakan setiap meter atau feet pengeboran setara dengan sejumlah volume atau berat material per batuan yang diledakkan, dinyatakan dalam m<sup>3</sup> / m atau ton / m. Volume setara sangat berguna untuk menaksir kemampuan dari alat bor yang dipergunakan untuk pembuatan lubang ledak. Menurut Sujiman (2014) volume setara dapat dihitung dengan persamaan :

$$V_{eq} = \frac{B \times S \times L}{H} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana:

- $V_{eq}$  = Volume setara,(m<sup>3</sup>/m)
- B = Burden, (meter)
- S = Spasing, (meter)
- L = Tinggi jenjang rata-rata, (meter)
- H = Kedalaman lubang bor rata-rata, (meter)

- Produktivitas Alat Bor

Produktivitas alat bor adalah kemampuan suatu alat bor untuk melakukan penetrasi terhadap suatu

**Tabel 1.** Presentase Ketersediaan Alat Bor

Parameter	Ketersediaan Alat			
	Mechanical Availability	Physical Availability	Use of Availability	Effective Utilization
Alat Bor Yang Sudah Dimiliki	76,84%	89,45%	39,14%	35,01%
Alat Bor Baru :				
Tahun ke-0	100%	100%	50%	50%
Tahun ke-1	98,45%	99,22%	49,61%	49,22%
Tahun ke-2	96,90%	98,45%	49,21%	48,45%
Tahun ke-3	95,35%	97,67%	48,81%	47,67%
Tahun ke-4	93,80%	96,90%	48,40%	46,90%
Tahun ke-5	92,24%	96,12%	47,98%	46,12%

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2018.

material dengan volume tertentu dalam jangka waktu tertentu. Produktivitas alat bor menurut Sujiman (2014) dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$P = V_{Dr} \times V_{eq} \times 60 \times Eff \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

P = Produksi alat bor ( m<sup>3</sup> l jam l alat bor )

V<sub>dr</sub> = Kecepatan pengeboran rata-rata ( m l menit )

V<sub>eq</sub> = Volume setara (m<sup>3</sup>/m)

Eff = Effisiensi alat bor ( % )

**Perhitungan Present Worth Cost**

Present Worth Cost (PWC) yaitu adalah perhitungan untuk perencanaan investasi suatu proyek pada tahun awal (present) untuk suatu jangka waktu tertentu berdasarkan cost (biaya) yang dibutuhkan. Analisis biaya secara present worth cost ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar investasi atau biaya yang dibutuhkan pada saat ini (present). Oleh karena pada penganalisaan ini menghasilkan operating cost yang berbeda setiap tahunnya, maka untuk menghitung

Present Worth Cost ini dapat menggunakan persamaan berikut :

$$PW \text{ Cost} = C + OC1 (P/F_{i,n}) + OC2 (P/F_{i,n}) + (OCn-L) (P/F_{i,n}) \dots\dots\dots (6)$$

Dimana :

i = Tingkat suku bunga (%)

n = Periode/jangka waktu (tahun)

C = Biaya kapital (investasi awal)

OC = Biaya operasi (operating cost)

L = Nilai sisa.

**Total Biaya Pengeboran**

Biaya total pengeboran merupakan suatu konsep nilai yang menekankan biaya produktivitas pengeboran. Biaya total pengeboran mencakup semua parameter untuk mengoperasikan alat bor, adapun menurut Sujiman (2014) biaya total pengeboran dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$TDC = \frac{B}{M} + \frac{D}{V_{dr}} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

TDC = Total Drilling Cost (Rp)

M = Kedalaman pengeboran (m)

B = Harga mata bor (Rp)

$D$  = Total *operating ownership cost* (Rp)  
 $V_{dr}$  = Kecepatan pengeboran (m/jam)

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

#### Produktivitas Pengeboran

- Ketersediaan Alat

Dapat dilihat pada Tabel 1, presentase ketersediaan alat untuk alat bor baru memiliki nilai MA dan PA pada tahun ke 0 yang diasumsikan mempunyai nilai persentase 100%, hal ini karena masih mendapatkan garansi dari pihak produsen penyedia alat tersebut, tetapi mengalami penurunan sebesar 0.08% akibat kerusakan alat per tahunnya selama lima tahun umur alat. Sedangkan pada nilai presentase UA dan EU yang merupakan nilai pemakaian dan nilai keefektifan penggunaan alat, pada alat baru didapatkan sebesar 50% hal ini dikarenakan kegiatan pengeboran hanya dilakukan satu kali pada saat siang hari.

- Kecepatan Pengeboran

Kecepatan pengeboran pada alat bor yang sudah dimiliki sebesar 0,26 m/menit, yang dimana lebih kecil dibandingkan dengan nilai yang didapatkan pada alat bor baru yaitu sebesar 0,31 m/menit. Hal ini disebabkan oleh karena alat bor yang sudah dimiliki mempunyai performance yang tidak prima lagi karna kondisi dari umur alat tersebut yang sudah memasuki tahun ke lima sedangkan pada alat bor yang akan di beli kondisi alat masih sangat prima. Selain itu kondisi batuan sangat mempengaruhi kecepatan pengeboran yang didapatkan, kecepatan pengeboran pada batuan yang fresh akan memakan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan kecepatan pengeboran pada kondisi batuan yang terlapukan dan kondisi batuan yang memiliki banyak struktur.

Hal ini dikarenakan pada kondisi batuan yang fresh memiliki tingkat abrasivitas yang tinggi sehingga batuan tersebut memiliki kekuatan yang lebih tinggi pula dibandingkan batuan yang terlapukan, oleh karena itu kecepatan pengeboran alat yang sudah dimiliki lebih kecil dibandingkan dengan alat bor yang akan dibeli.

- Produksi Alat Bor

Pada alat bor yang sudah dimiliki nilai produksi alat bor yang didapatkan lebih kecil dibandingkan nilai yang didapatkan oleh alat baru, yaitu pada alat yang sudah dimiliki sebesar 85,26 BCM/jam dan alat baru dengan nilai sebesar 132.8 BCM/jam. Pada produksi alat bor yang sangat berpengaruh adalah kecepatan pengeboran dari alat tersebut, dapat dilihat pada kecepatan pengeborannya bahwa alat baru memiliki nilai kecepatan yang lebih besar, hal inilah yang mengakibatkan produksi pada alat bor yang sudah dimiliki lebih kecil dibanding dengan alat baru.

#### *Present Worth Cost*

Berdasarkan hasil perhitungan Present Worth Cost didapatkan PWC alat bor yang sudah dimiliki yaitu sebesar Rp 2.314.517.757,79 dan untuk alat bor baru adalah sebesar 2.923.116.150,59. Berdasarkan hasil tersebut, nilai Present Worth Cost alat bor yang digunakan saat ini lebih kecil dibandingkan dengan alat baru, hal ini terjadi karena jika mengganti alat bor eksisting dengan alat bor yang baru saat ini maka diperlukan biaya kapital untuk membeli alat baru tersebut, sedangkan selisih biaya operasi kedua alat tersebut tidaklah terlalu besar, dan jika dilihat berdasarkan hasil perhitungan biaya perawatan, alat saat ini dengan alat baru nilainya juga tidak terlalu besar.

sudah dimiliki lebih besar karena pada operating cost alat yang sudah dimiliki biaya yang dikeluarkan lebih besar karena mencakup lebih banyak aspek seperti maintenance alat, biaya konsumsi bahan bakar dan yang lainnya, dan juga pengaruh suku bunga deposit pada ownership cost alat yang

Tabel 2. Aspek Pengambilan Keputusan

Parameter	Alat Bor Eksisting	Alat Bor Baru	Satuan
<b>1. Produktivitas Alat Bor :</b>			
• Kecepatan Pengeboran	0,26	0,31	m/menit
• Produksi Alat Bor	85,26	132,8	BCM/jam
• Ketersediaan Alat			
<i>Mechanical Availability</i>	76,84	>90	%
<i>Physical Availability</i>	89,45	>90	%
<i>Use Of Availability</i>	39,14	>47 - 50	%
<i>Effective Utilization</i>	35,01	>46 - 50	%
<b>2. Analisis Ekonomi :</b>			
• <i>Present Worth Cost</i>	2.314.517.757	2.923.116.150	Rp
• <i>Total Drilling Cost</i>	2.084.217	1.646.888	Rp

Sumber: Data Penelitian yang Sudah Diolah, 2018.

### **Total Drilling Cost**

Biaya total pengeboran ini mencakup ownership cost dan operating cost, dimana nilai dari ownership cost sebesar Rp 36.720 /m dan operating cost sebesar Rp 458.232 /jam untuk alat yang sudah dimiliki sedangkan untuk alat baru sebesar Rp 38.211 /m untuk ownership cost dan Rp 416.336 / jam untuk operating cost. Dengan nilai ownership cost dan operating cost yang telah didapat, maka nilai total drilling cost untuk alat yang sudah dimiliki sebesar Rp 2.084.217 /m dan untuk alat baru sebesar Rp 1.646.888 /m. Nilai TDC pada alat yang

sudah dimiliki yang lebih besar.

### **Pengambilan Keputusan**

Berdasarkan dari produktivitas alat bor dan kajian ekonomi yang telah dilakukan, rencana pengambilan keputusan yang memungkinkan adalah dengan membeli alat bor baru, dapat dilihat pada Tabel 2, nilai yang dihasilkan dari parameter uji lebih baik dibandingkan dengan alat bor yang sudah dimiliki, namun pada nilai *Present Worth Cost* alat bor yang sudah dimiliki mempunyai nilai yang lebih baik, hal ini dikarenakan pada alat bor baru diharuskan melakukan investasi

awal sebesar Rp. 950.000.000 untuk pembelian alat bor baru tersebut.

#### D. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam penelitian ini, peneliti menyimpulkan beberapa hasil penelitian sebagai berikut:

1. Produktivitas pengeboran pada pembuatan lubang ledak pada lokasi penelitian dibagi menjadi beberapa parameter seperti :
  - a. Kecepatan pengeboran, pada alat bor yang sudah dimiliki sebesar 0,26 m/menit dan pada alat bor baru sebesar 0,31 m/menit;
  - b. Produksi alat bor, pada alat bor yang sudah dimiliki sebesar 85,26 BCM/jam dan pada alat bor baru sebesar 132,8 BCM/jam;
  - c. Ketersediaan alat, pada alat bor yang sudah dimiliki untuk MA sebesar 76,84%, PA sebesar 89,45%, UA sebesar 39,14%, EU sebesar 35,01% dan pada alat bor baru untuk MA sebesar >90%, PA sebesar >90%, UA sebesar >47 – 50%, EU sebesar >46 – 50%.
2. Dalam biaya operasi pengeboran perhitungan ekonominya menggunakan metoda *present worth cost* dan biaya total pengeboran. Hasil perhitungan menggunakan alat bor yang sudah dimiliki sebesar Rp 2.314.517.757,79 dan untuk hasil dengan cara membeli alat bor sebesar Rp 2.923.116.150,59. Sedangkan untuk nilai biaya total pengeboran pada alat yang sudah dimiliki yang didapatkan sebesar Rp 1.948.241 /m lebih besar dibandingkan nilai yang didapat pada alat bor baru sebesar Rp 1.646.888 /m.

3. Dalam pengambilan keputusan antara alat bor eksisting atau membeli alat bor menurut perhitungan yang ada, direkomendasikan untuk membeli alat bor baru, karena nilai yang diperoleh pada membeli alat baru lebih baik namun perusahaan akan mengeluarkan biaya yang cukup besar pada saat awal membeli alat baru dan untuk kedepannya perusahaan akan mengalami keuntungan.

#### E. Saran

Apabila perusahaan memilih untuk memakai alat bor yang sudah dimiliki maka perusahaan akan menghemat dana sebesar Rp 608.598.392,79, dimana nominal tersebut merupakan selisih dari nilai PWC alat bor yang sudah dimiliki dengan nilai PWC alat bor baru selama 5 tahun, namun perlu meningkatkan kinerja alat bor yang sudah dimiliki dengan melakukan perbaikan dan perawatan yang intensif secara berkala agar performa dari alat bor tersebut terjaga dengan baik.

#### Daftar Pustaka

- Bauer, A., and Calder, P. N., 1967 “**Open Pit Drilling-Factors Influencing Drilling Rates.**”. 4th Canadian Symposium on Rock Mechanics. Ottawa.
- Bakri, Hasbi. 2017. “**Produktivitas Kinerja Mesin Bor Dalam Pembuatan Lubang Ledak.**”. Jurnal Geomine, Vol.5, No.2.
- Diklat Kuliah UNP, 2014, “**Pola Pengeboran dan Arah Peledakan**” Web: [http://miningforce.blogspot.co.id/2011\\_09\\_04\\_archive.html](http://miningforce.blogspot.co.id/2011_09_04_archive.html) (diakses 9 Januari 2018).
- Behri, Fuadul. 2011. “**Mekanisme**

- Pengeboran Pada Tambang Terbuka**". Fakultas Teknik Universitas Mulawarman.
- Jimeno, E. L. 1995, "**Drilling and Blasting of Rocks**". Rotterdam/Brookfield.
- Koesnaryo S., 2001, "**Pemboran untuk Penyediaan Lubang Ledak**". Jurusan Teknik Pertambangan UPN "VETERAN" Yogyakarta
- Rai, Astawa M., 2000, "**Klasifikasi Massa Batuan**". Tim Dana Pengembangan Keahlian Sub Sektor Pertambangan Umum dan Lembaga Pengembangan Masyarakat, ITB, Bandung.
- Stermole, F.J and Stermole, J.M., , 1996, "**Economic Evaluation and Invesment Decision and Metthods**". Ninth Edition, Invesment Evaluations Corporation 2000 Goldenvue Drive, Colorado.
- Sujiman. 2014. "**Kajian Teknis Alat Bor Dalam Pembuatan Lubang Ledak Pada Aktivitas Peledakan**". Jurnal Geologi Pertambangan Vol.1, No.14.