

# Evaluasi Kesesuaian Perhitungan Cadangan Secara Manual Terhadap Penggalian Nyata Bijih Timah Blok Realisasi Pada BWD Kundur 1 PT Timah Tbk Di Laut Penganak Bangka Barat

## *(Evaluation of the Conformity of Manually Reserved Calculations on Real Excavation of Tin Ore of Realized Blocks at BWD Kundur 1 PT Timah Tbk In the Sea of West Bangka Penganak)*

Odi Ripanda<sup>1</sup>, E.P.S.B Taman Tono<sup>1</sup>, Alfitri Rosita<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertambangan, Universitas Bangka Belitung

### **Abstract**

*BWD Kundur 1 with the ability to dig up to 60 meters below sea level . Tin Mining Processes in the Sea Penganak is mined using Bucket Wheel Dredge in the realization block with a total production of 30 tons in September 2018. With the production target the calculation of company reserves is greater than the production realization of the BWD. The problem obtained in the field is a mismatch of reserve calculations with the realization of extracting tin ore that exceeds the tolerance limit. For good yield coefficients, namely 1 - 1.2, which has been set SOP. The reserve calculation uses the manual method using the Area of Influence method which this calculation is done by making a polygon area of the influence of the borehole and calculating the area of influence of the drill hole manually with 3 drill holes in the realization block of Kundur 1 BWD of 34,348 tons and the results of the realization of the 2018 septber month were 30 tons. After obtaining the results of the two reserve calculations and the results of the realization, then the two results can be compared to determine the Results Coefficient, find the factors that caused the incompatibility of the calculation of the performance such as BWD performance, the type of layer extracted BWD, weather at the time of excavation and efforts to improve Results Coefficients such as doing selective mining to determine the productive direction of multiplication. From the results of the manual calculation of the realization block obtained Pdh 34,3 tons while the results of realization in the Psh field of 30 tons, the percentage difference in the ratio is - 12,65% and the Results Coefficient of 0.85 including inappropriate from KH 1.2 according to SOP with 0.2 tolerance.*

Keywords : Tin, reserves, realization of excavation, manual method

### **1. Pendahuluan**

Timah merupakan, salah satu bahan galian logam terbesar yang dimiliki Negara Indonesia yang sumber dayanya bersifat tidak dapat diperbaharui keberadaannya. Cadangan timah terdapat di Bangka, Belitung Provinsi Kepulauan Bangka Belitung, Kundur, Karimun, dan Singkep Provinsi Kepulauan Riau (Sutedjo, 2007). Proses Penambangan Timah di Laut Penganak ditambang menggunakan *Bucket Wheel Dredge* pada blok realisasi dengan jumlah produksi sebesar 30 ton pada Bulan September 2018. Dengan target produksi perhitungan cadangan perusahaan lebih besar dibandingkan produksi realisasi BWD.

Masalah yang didapatkan di lapangan adalah ketidaksesuaian perhitungan cadangan dengan realisasi penggalian bijih timah yang melampaui batas toleransi.

Berdasarkan permasalahan tersebut perlu dilakukan evaluasi kesesuaian perhitungan cadangan dengan realisasi penggalian bijih timah secara manual untuk memperoleh nilai koefisien hasil (KH) pelaksanaan kegiatan penambangan bijih timah pada BWD.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh 3 (tiga) rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu Bagaimana penerapan perhitungan cadangan secara manual erhadap realisasi penggalian bijih timah, apa saja faktor-faktor yang mempengaruhi kesesuaian perhitungan cadangan terhadap realisasi penggalian bijih timah, dan bagaimana usaha yang dapat dilakukan untuk memperbaiki nilai koefisien hasil (KH) yang diperoleh agar sesuai dengan yang telah ditetapkan (SOP).

Penelitian ini bertujuan untuk menghitung cadangan secara manual terhadap realisasi penggalian, menganalisis hambatan apa saja di lapangan yang membuat tidak tercapainya target produksi, dan memahami usaha untuk perbaikan nilai koefisien hasil (KH) agar sesuai dengan yang telah ditetapkan.

---

Korespodensi Penulis: (Odi Ripanda) Jurusan Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Bangka Belitung. Kawasan Kampus Terpadu UBB, Merawang, Bangka.  
Email: [Oddyrifanda@gmail.com](mailto:Oddyrifanda@gmail.com)

## Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Unit Penambangan Laut Bangka (UPLB), Kecamatan Belinyu, Kabupaten Bangka dan di Laut Penganak, Kecamatan Parit Tiga Jebus, Kabupaten Bangka Barat, Provinsi Kepulauan

Bangka Belitung yang merupakan tempat beroperasi BWD Kundur 1. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 13 September 2018 - 13 November 2018. Adapun peta lokasi BWD Kundur 1 yang terletak di Laut Penganak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta lokasi BWD Kundur 1 PT Timah Tbk di Laut Penganak.

## Tinjauan Pustaka

### Penggalian

Menurut Handayani (2014), penggalian merupakan salah satu pekerjaan penting dalam kegiatan penambangan. Penggalian berguna untuk memenuhi target produksi dan memperlancar proses kegiatan pemuatan dan pengangkutan.

Menurut Nainggolan (2013), metode penggalian pada kapal keruk yaitu metode *long face* dan *short face* dan mempunyai 3 sistem penggalian yaitu sisten tekan, maju, dan kombinasi.

### Evaluasi Koefisien Hasil

Menurut Baharani (2014), koefisien hasil (KH) merupakan satu variabel dalam mencakup tiga kualifikasi, yang berpengaruh dalam produksi penambangan bijih timah yaitu *mining recovery*, *uncalculated factor*, dan *over volume*. Koefisien hasil diukur berdasarkan perbandingan antara produksi realisasi (Psb) dengan produksi yang dihitung (Pdh). Data yang diperoleh dari lapangan berupa data primer dan sekunder,

dimana untuk perhitungan cadangan bijih timah menggunakan Metode Manual, sehingga didapatkan data rekapitulasi penggalian tambang (*verslag*).

### Perhitungan Cadangan

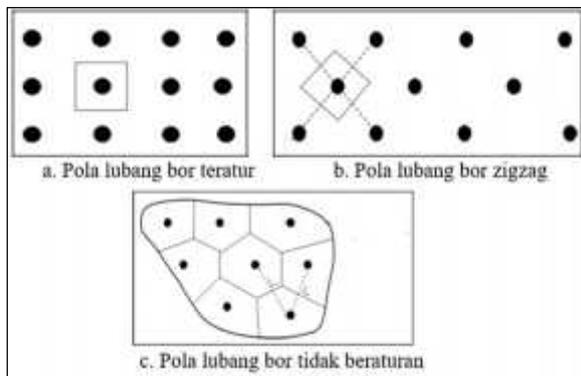
Menurut Anggara (2014), perhitungan cadangan berperan penting dalam menentukan kuantitas dan kemudahan dalam eksplorasi secara komersial dari suatu endapan. Tujuan dilakukan perhitungan cadangan adalah untuk mengetahui jumlah cadangan bijih timah, penentuan volume, pemindahan tanah tiap bulan untuk perencanaan jadwal produksi dan memperkirakan umur tambang.

Menurut Anggara (2014) Setelah melalui kajian yang mendalam, maka ditetapkan daerah prospek untuk dilakukan eksplorasi pemboran dan sebagai tindak lanjutnya disusun suatu perencanaan pemboran seperti : pola pemboran, tahapan pemboran. Tahapan pemboran yang biasa dilakukan adalah pemboran prospeksi, pemboran produksi, pemboran uji, bor pemantapan atau bor sisipan, dan bor perluasan.

Menurut Agin (2011), metode manual (*Area Of Influence*) memperhitungkan kadar dari lubang bor yang diperpanjang separuh ke setiap lubang yang berdekatan biasanya disebut dengan daerah pengaruh lubang bor. Perhitungan cadangan timah secara manual dilakukan dengan cara reduksi berdasarkan pada batas daerah pengaruh tiap lubang bor secara *extended area*

Berikut langkah-langkah perhitungan cadangan secara manual :

1. Menentukan penyebaran kekayaan timah  
Garis rencana kerja untuk BWD ditentukan selebar 120 m sampai 200 m dan panjangnya diperkirakan, sehingga cadangan yang dihitung dapat digali paling kurang satu periode penggalian.



Gambar 2. Pola lubang bor

2. Menentukan garis rencana kerja

Garis rencana kerja untuk BWD ditentukan selebar 120 m sampai 200 m dan panjangnya diperkirakan, sehingga cadangan yang dihitung dapat digali paling kurang satu periode penggalian.

3. Menghitung reduksi

Reduksi adalah perbandingan antara luas daerah pengaruh tiap lubang bor dengan luas daerah pengaruh yang dianggap baku pada suatu peta.

Adapun beberapa rumus yang mengacu pada tahapan perhitungan cadangan yaitu:

1. Mencari Ddh (Tebal rata-rata) adalah rata-rata tebal lapisan dari lubang bor pada suatu lapisan yang dihitung dengan ketebalan cadangan *kaksa*, satuan meter. (Persamaan 2.3).

$$Ddh = Tbl \text{ dir} / \text{Reduksi} \times 100 \dots\dots\dots(2.3)$$

2. Mencari Luas Daerah yang dihitung (Ldh), satuan m<sup>2</sup>. (Persamaan 2.4).

$$Ldh = \text{Reduksi} / 100 \times 1000 \dots\dots\dots(2.4)$$

3. Mencari Idh (volume) adalah perkiraan isi tanah dari suatu lapisan berdasarkan data pemboran yaitu merupakan perkalian antara luas daerah dihitung dengan tebal lapisan, satuan m<sup>3</sup>. (Persamaan 2.5).

$$Idh = Ldh \times Ddh \dots\dots\dots(2.5)$$

4. Kekayaan Biji Timah Dihitung (Tdh). adalah perkiraan kekayaan biji timah yang terdapat dalam cadangan *kaksa* dengan satuan kg Sn/ m<sup>3</sup>. (Persamaan 2.6).

$$Tdh = Sn \text{ dir} / Tbl \text{ dir} \dots\dots\dots(2.6)$$

5. Mencari Produksi Dihitung (Pdh) jumlah endapan yang akan diambil dari suatu cadangan. (Persamaan 2.7).

$$Pdh = Idh \times Tdh / 1000 \dots\dots\dots(2.7)$$

#### BWD kundur 1

Menurut Gibbons (1987) mendefinisikan Teknologi pengerukan adalah kemampuan untuk menggali bahan yang tidak terkonsolidasi dari dasar laut, material yang padat atau bahkan batuan dasar yang keras dapat diangkat dengan teknologi mekanik yaitu *Bucket Wheel Dredger*. BWD Kundur 1 adalah peralatan penambangan laut (*offshore*) yang menggunakan rotating bucket untuk penggalian dan untuk pemindahan tanah digunakan pompa hisap, jenis *Bucket Wheel Dredger* ini hampir sama dengan kapal *Cutter Suction Dredger*, hanya berbeda pada kepala pemotongnya.

Mekanisme penggalian BWD terdiri dari gabungan gerakan perputaran *bucket wheel* yang melakukan penggalian oleh *central lier* yang menggerakkan BWD maju, mundur, ke samping kiri, dan ke samping kanan. Gaya-gaya yang bekerja dalam proses penggalian adalah :

1. Gaya menekan ke bawah karena berat *ladder* dan poros *bucket*.
2. Gaya ke depan karena gerakan *bucket wheel* dan kawat haluan.
3. Gaya ke samping karena tarikan kawat samping kiri dan kanan.

Setelah penghancuran material, kemudian material tersebut diisap melalui pipa hisap dengan menggunakan pompa tanah dan dialirkan ke pipa tekan sebagai alat angkut ke instalasi pencucian.

Koefisien Hasil (KH) diukur berdasarkan perbandingan antara produksi realisasi (Psb) dengan produksi dihitung (Pdh), maka perlu mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi ketidaksesuaian data perhitungan cadangan dan realisasi penggalian endapan timah. Dengan adanya rumus perhitungan cadangan dapat diterapkan pada data yang diperoleh dari lapangan khususnya di daerah-daerah tambang. Untuk menentukan beberapa faktor yang berpengaruh dalam proses evaluasi perhitungan cadangan (Pdh) dengan realisasi (Psb) diantaranya yaitu :

- a. Jam jalan produksi
- b. Psb (produksi Realisasi)
- c. Penentuan Koefisien Hasil (KH)

Rumus perhitungan KH, Sebagai berikut :

$$KH = \frac{Psb}{Pdh} \dots \dots \dots (2.8)$$

KH yang sesuai dengan SOP adalah 1,2 dengan toleransi 0,2.

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode daerah pengaruh dengan menghitung (*Area Of Influence*) batas daerah pengaruh antara dua lubang bor dengan cara perhitungan reduksi agar mendapatkan hasil perhitungan cadangan. Perhitungan tersebut dapat memecahkan masalah ketidaksesuaian realisasi penggalan dan mengevaluasi produksi dihitung dengan produksi sebenarnya.

### Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan yang meliputi studi literatur, observasi, pengumpulan dan pengelompokan data, pengolahan data, analisis data, serta penyusunan laporan. Tahapan studi literatur dilakukan dengan mengumpulkan bahan-bahan pustaka yang berhubungan dengan proses penambangan BWD dan perhitungan cadangan metode daerah pengaruh (*Area Of Influence*).

## 3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan penambangan PT TIMAH Tbk di laut penganak bangka barat menggunakan BWD Kunder 1. Berdasarkan pengamatan dilapangan Penambangan BWD Kunder 1 sering tidak sesuai dengan perhitungan cdangan dimana realisasi penggalan BWD bulan september sebesar 30 ton.



Gambar 3. Alat penggalan BWD

### Perhitungan Cadangan Secara Manual

Berdasarkan data 3 lubang bor untuk perhitungan blok realisasi sesuai kondisi saat itu

yaitu lubang bor A, lubang bor B dan lubang bor C untuk perhitungan cadangan blok realisasi Bulan September 2018, yang diketahui pola pemboran tidak beraturan, dengan kedalaman 57,45 m – 59,35 m.

Pada perhitungan cadangan realisasi menggunakan metode manual yaitu menghitung luas cadangan area dengan metode manual dengan hasil realisasi sebenarnya di lapangan Bulan September 2018. Denah titik bor yang dibuat dengan skala 1:2000 pada Micromine. Penentuan luas reduksi sebesar 100 m x 100 m = 10.000 m<sup>2</sup> menggunakan milimeter kalkir ukuran 5 mm x 5 mm, sehingga jumlah reduksi sebesar 1:100.

Berdasarkan hasil yang diperoleh maka dapat dibahas sebagai berikut : Bor A memiliki kadar sebesar 0,247 kg Sn/m<sup>3</sup> dan Tebal 31,90 m, dimana Reduksi sebesar 14 skala maka didapat nilai Sn 7,879 kg Sn/m<sup>2</sup> hasil dari perkalian kadar dan tebal, selanjutnya tebal direduksi sebesar 0,319 m hasil dari perkalian 0,01tebal dan reduksi, dan Sn direduksi sebesar 0,078 kg Sn/m<sup>2</sup> hasil dari perkalian 0,01reduksi dan nilai Sn. Pembahasan selanjutnya nomor bor B dan C dapat mengikuti pembahasan Bor A.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Blok Realisasi Secara Manual

| No. | Komponen        | Jumlah                    |
|-----|-----------------|---------------------------|
| 1   | Reduksi         | 14                        |
| 2   | Luas Cadangan   | 1400 m <sup>2</sup>       |
| 3   | Tebal Rata-rata | 29,957 m                  |
| 4   | Volume          | 41.939,8 m <sup>3</sup>   |
| 5   | Kadar Rata-rata | 0,819 kgSn/m <sup>3</sup> |
| 6   | Produksi        | 34,348 ton                |

Hasil realisasi cadangan sesuai kondisi di lapangan yang diperoleh Bulan September 2018 data *verslag* BWD Bulan September 2018. Luas daerah sebenarnya sebesar 1447 m<sup>2</sup>, kedalaman rata-rata sebenarnya (Dsb) sebesar 35,04 m, volume sebenarnya (Isb) sebesar 52.260 m<sup>3</sup>, Kadar rata-rata sebenarnya (Tsb) sebesar 0,570 kg Sn/m<sup>3</sup> dan produksi sebenarnya (Psb) sebesar 30 ton.

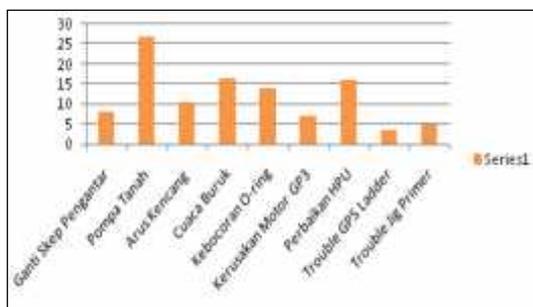
Berdasarkan hasil perhitungan cadangan secara manual, maka dapat dibahas luas area realisasi penggalan nyata sebesar 1447 m<sup>2</sup> dan luas daerah dihitung (Ldh) metode manual sebesar 1400 m<sup>2</sup> dengan persentase selisih sebesar 3,35% dikarenakan luas dihitung menggunakan pembulatan blok kotak reduksi sesuai dengan satuan reduksi metode manual. Perbandingan kedalaman rata-rata dihitung (Ddh) metode manual sebesar 29,957 meter dan kedalaman rata-rata sebenarnya (Dsb) sebesar 35,04 meter dengan persentase selisih sebesar

16,96%. Perbedaan kedalaman ini terjadi karena ladder belum mencapai batuan dasar dan masih ekonomis untuk dilakukan penggalian, sehingga kedalaman penggalian melebihi batas kedalaman cadangan profil bor yaitu 57,45 m - 59,35 m dan di blok jejak penggalian EB OPNAME yaitu 62 m – 64 m.

Perbandingan volume metode manual (ldh) metode manual sebesar 41.939,8 meter<sup>3</sup> dan volume sebenarnya (lsb) sebesar 52.560 meter<sup>2</sup> dengan persentase selisih sebesar 25,32% dikarenakan perbedaan isi volume terjadi akibat pengaruh dari selisih perbedaan kedalaman penggalian dihitung (Ddh) dengan kedalaman penggalian sebenarnya (Dsb). Perbandingan kadar dihitung (Tdh) metode manual sebesar 0,819 kg Sn/m<sup>3</sup> dan kadar sebenarnya (Tsb) sebesar 0,570 kg Sn/m<sup>3</sup> dengan persentase selisih sebesar -30,40 %. Dikarenakan kadar sebenarnya lebih kecil dibandingkan kadar dihitung yang disebabkan pola sebaran timah yang tidak merata. Ada deviasi dikedalaman profil bor dan kedalaman sebenarnya yang kurang valid belum mencapai batas kong yang diperhitungkan produksi sebenarnya (Psb) sebesar 30 ton dan produksi dihitung metode manual (Pdh) sebesar 34,3 ton dengan persentase selisih -12,65 dikarenakan selisih perbedaan dari komponen-komponen tersebut. Koefisien Hasil di ukur dari hasil realisasi Produksi sebenarnya (Psb) dengan hasil Produksi dihitung (Pdh) yaitu Psb 30 ton dengan Pdh manual 34,3 ton. Koefisien Hasil (KH) Psb dengan Pdh manual yaitu 0.87 termasuk tidak sesuai atau belum mencapai Koefisien Hasil (KH) 1 - 1,2 dari SOP dengan toleransi 0,2.

### Faktor hambatan BWD

Hambatan yang mempengaruhi penggalian di BWD Kunder 1 pada bulan september yang menyebabkan realisasi tidak sesuai terdiri dari performa, jenis lapisan profil, dan cuaca.



Gambar 4. Grafik Jam Stop Bulan September

Berdasarkan Grafik jam stop Bulan September ada beberapa macam hambatan

dalam proses penambangan BWD yaitu : Performa kapal yang paling sering terjadi kendala seperti kerusakan diluar rencana perawatan jam stop. Dominan dan tertinggi yaitu kerusakan pada pompa tanah dengan 7 kali stop dalam satu bulan dengan total 27 jam stop, dan jam stop yang paling rendah yaitu trouble GPS Ladder 1 kali dalam satu bulan dengan total jam stop 3,5 jam.

Beberapa teknis yang di pengaruhi hambatan yang mengakibatkan seringnya ketidaksesuaian perencanaan dengan realisasi BWD Kunder 1.

1. Penekanan ladder pada saat Pasang Surut.

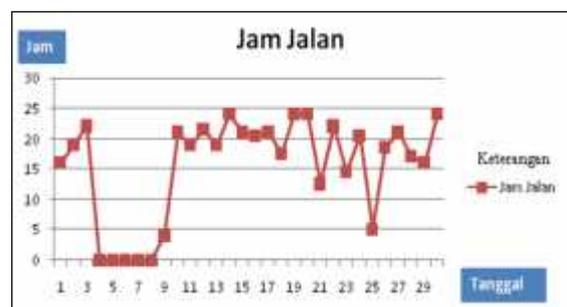
Kondisi air pasang surut dilokasi laut penganak sangat perlu untuk acuan penggalian di BWD karena data air pasang surut digunakan sebagai acuan penekanan kedalaman lader terhadap BWD Kunder 1, hal ini mengakibatkan tanah yang dikupas lapis demi lapis tidak merata, karena setiap jamnya air laut akan mengalami pasang surut sehingga tinggi muka air laut setiap saat akan berubah. Untuk menghindari hal-hal tersebut maka tabel air harus diperhatikan oleh juru mudi agar mengetahui kedalaman ladder yang sesungguhnya.

2. Pola Penggalian BWD.

Pola penggalian yang diterapkan oleh BWD Kunder 1 dalam membuka kolong kerja menggunakan pola *short face*. Penarikan kawat haluan yang diterapkan setiap kali BWD maju, Penggalian menggunakan sistem kombinasi, material yang sudah ditekan dan maju sampai 1 trap kemudian kapal mundur tanpa mengangkat ladder setelah itu ditekan lagi di titik yang berbeda, kondisi ini dilakukan untuk menjaga lapisan agar tidak mudah longsor atau terjadi ladder tertimpa oleh tanah.

3. Jam Jalan Efisiensi Waktu Kerja dan jam stop Sesuai Kondisi BWD

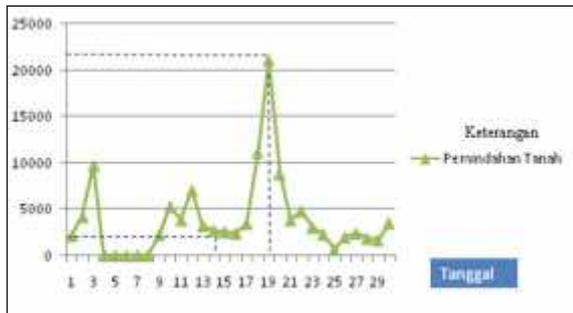
Berdasarkan pengamatan di lapangan, maka diperoleh jam jalan dan jam stop BWD Kunder I pada bulan September 2018 tanggal 4 - 9 tidak beroperasi yaitu sedang dilakukan reparasi bulanan, tanggal 9 termasuk jam jalan paling rendah dikarenakan sedang reparasi bulanan yang hampir selesai maka dilakukan penggalian selama 4 jam, dan jam jalan paling tinggi yaitu tanggal 14,19,20 dan 30 beroperasi penuh.



Gambar 5. Grafik Jam Jalan BWD

#### 4. Unjuk Kerja Pemindahan Tanah BWD

Berdasarkan Grafik Unjuk kerja pemindahan tanah BWD dalam penggalian yang dilakukan di Laut Penganak pada Bulan September 2018 pemindahan tanah paling besar pada tanggal 19 sebesar 21120 m<sup>3</sup> beroperasi penuh dikarenakan melakukan penggalian tanah atas. Sedangkan tanggal 14 beroperasi penuh tetapi pemindahan tanah hanya sebesar 2720 m<sup>3</sup> dikarenakan melakukan penggalian tanah kaksu.



Gambar 6. Grafik Unjuk Kerja Pemindahan Tanah BWD

#### 4. Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan, diperoleh kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Dari hasil perhitungan cadangan secara manual terhadap blok realisasi didapat Pdh 34,3 ton sedangkan hasil realisasi dilapangan Psb 30 ton, maka persentase selisih perbandingannya adalah -12,65% dan Koefisien Hasil 0,87 termasuk tidak sesuai dari KH 1,2 sesuai SOP dengan tolransi 0,2.
2. Faktor-faktor yang memengaruhi ketidaksesuaian perhitungan cadangan dengan realisasi penggalian BWD Kunder 1 yaitu :
  - a.) Faktor hambatan yang terjadi di unit penggalian BWD Kunder 1  
Perfoma Kapal, Profil yang digali dan Cuaca buruk dan Arus kuat yang sering terjadi pada proses penambangan tidak dapat dihindari.
  - b.) Teknis penggalian di BWD Kunder 1  
Penekanan *ladder* pada saat air pasang surut, Pola penggalian BWD, pemindahan tanah BWD, Jam jalan dan jam stop BWD
3. Berdasarkan perbandingan antara produksi realisasi (Psb) dengan produksi dihitung (Pdh). terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi nilai KH yaitu :
  - a.) Jam jalan Produksi BWD Kunder 1 yaitu 464,5 jam di bulan september dengan target jam jalan 500 jam perbulan dan waktu kerja
  - b.) Berdasarkan pengamatan dilapangan penyebaran timah di blok realisasi penggalian BWD Kunder 1 tidak merata, sehingga kedalaman penggalian blok realisasi BWD Kunder 1 tidak sesuai dengan blok Profil bor.

#### Daftar Pustaka

- Agin, R. 2011. *Penentuan Reduksi (Valensi) Daerah Pengaruh Lubang Bor Dan Perhitungan Cadangan Timah Untuk Cadangan Kapal Keruk Dan Tambang Darat*. Buku Ajar Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung.
- Anggara, R. 2014. *Perhitungan Cadangan Biji Timah Dengan Metode Daerah Pengaruh Untuk Penentuan Volume Pemindahan Tanah Tiap Bulan Serta Perkiraan Umur Tambang Pada Kapal Keruk 21 Singkep1 di Laut Air Kantung Sungailiat*. Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung.
- Bahairani, S., 2014. *Evaluasi Kesesuaian Perhitungan Cadangan dan Realisasi Penggalian Endapan Timah Alluvial di Tambang Besar Nudur 4 PT Timah (Persero) Tbk*. Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung.
- Fareza. 2014, *Perhitungan Cadangan Biji Timah dengan Metode Manual, Polygon Thiessen dan Micromine v11.0*. Skripsi di Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung.
- Gibbons, H.J.1897. *Marine Minerals : Exploring Our New Ocean Frontier*. Ocean Frontier, OTA-O-234 (Washington, DC: U.S Government Printing Office, July 1987)
- Handayani, M.P., 2014. *Evaluasi Produksi Cadangan Biji Timah Berdasarkan Arah Penggalian untuk Memenuhi Target Produksi di Tambang Besar Nudur 1 PT Timah (Persero) Tbk*. Skripsi Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Bangka Belitung
- Nainggolan. 2013. *Kajian Teknis Penggalian Kapal Keruk 21 Singkep 1 dengan Menggunakan Analisis Laju Pemindahan Tanah Pada Penambangan Biji Timah di Laut Permis PT Timah Tbk Unit Laut Bangka*. Skripsi di Jurusan Teknik Pertambangan Mineral Politeknik Geologi.
- Panjaitan, M. O. 2009. *Operasi Kapal Keruk Materi Pelatihan Teknis Tingkat Dasar*. Pemali: Learning Center PT. Timah Tbk.
- Sutedjo, S. 2007. *Dampak Kehadiran Timah Indonesia*. Jakarta Selatan Cempaka Publishing.
- Wanto. 2010 *Evaluasi penggalian Biji Timah oleh Kapal Keruk 12 Duyung di lau Permis Kabupaten Bangka Selatan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung*, Skripsi, Universitas Bangka Belitung, Bangka Belitung.